

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: NZOO



Bc. Markéta Staňková

Bioakustický obraz netopýřího společenstva: sezonní dynamika netopýřů v Krugerově NP,
JAR.

Bioacoustic pattern of a bat community: seasonal dynamics of bat communities in the Kruger
NP, SAR.

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. RNDr. Ivan Horáček, CSc.

Praha 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10. srpna 2021

.....
Markéta Staňková

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat svému školiteli za trpělivé vedení, inspirativní náměty v průběhu výzkumu a významnou pomoc při finální korektuře textu, stejně tak jako za pomoc se statistickým zpracováním dat.

Chtěla bych poděkovat prof. Petru Pyškovi, prof. Davidu Storchovi a dalším členům projektu MOSAIK za finanční podporu tohoto výzkumu a možnost účastnit se ho. Robertu Tropkovi a Sylvainovi Delabye děkuji za pomoc se sběrem nahrávek i za společnost a trpělivost při výjezdu v Jihoafrické republice.

Za poskytnutí vstupní databáze (KNP-specific classifier) a literárních materiálů bych chtěla poděkovat Erin Brinkley, profesoru Peter John Taylorovi (University of Free State) a profesoru Daniel Parkerovi (Rhodes University).

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině a přátelům za jejich podporu, rady a trpělivost při psaní této práce, své mamince také za pomoc s finální kontrolou textu.

Abstrakt

Echolokační schopnosti netopýrů a specifita jejich hlasů umožňuje sledování struktury a proměny jejich společenstev na dálku bez nutnosti kontaktní manipulace s jedinci. Prostřednictvím celonočních akustických záznamů lze získat standardizované informace o struktuře loveckých společenstev a v následných analýzách hodnotit efekt různých faktorů, které ji ovlivňují.

Multidisciplinární projekt MOSAIK (Monitoring Savanna Biodiversity in Kruger NP) mapující vzory variací v savanových komunitách pod různými prostorovými a časovými vlivy zahrnuje netopýry jako jednu z modelových skupin. Ve standardizovaných monitorovacích bodech projektu (pokrývajících 20 odlišných oblastí, z nichž každá obsahuje triplet bodů lišících se přístupem k vodní ploše: trvalá, sezonní a kontrolní stanoviště bez zdroje vody), byl v průběhu dvou sezon snímán celonoční akustický záznam netopýrů (pomocí rekordérů Song Meter SM4BAT). Všechny záznamy byly analyzovány pomocí softwaru Kaleidoscope Pro s alternativní aplikací klastrové identifikace využívající vstupní databázi vyvinutou Weier *et al.* 2018 a Taylor *et al.* 2020 a následně manuálně překontrolovány. Bylo provedeno několik porovnání mezi body, oblastmi i mezi sezonami, v potaz byly brány i vegetační a potravní nabídka bodů či vzdálenost od campů.

Dohromady jsme analyzovali 94 310 nahrávek se 116 623 záznamy echolokačních hlasů. Tyto záznamy byly roztrženy do 25 akustických parataxonů, z nichž ke 22 parataxonům bylo přiřazeno druhové určení. V Celkovém souboru absolutně dominují zástupci čeledí Molossidae a Vespertilionidae. Rhinolophidae a Hipposideridae jsou zastoupeni pouze jednotlivými záznamy vzhledem k omezené detekovatelnosti jejich echolokačních signálů. Abundance netopýrů vykazovaly pozitivní korelace s dostupností vody (více záznamů bylo nahráno u trvalého toku než u periodicky vysychajícího), vegetačním krytem a se vzdáleností od campů, jakožto zdrojů úkrytu větších kolonií. Nejvýznamnější vliv na strukturu společenstev měla sezona. V listopadu (konec zimy) plošně převládají Molossidae, jejichž výskyt v únoru (konec léta) měl spíše agregovaný charakter. Dominantní složkou na řadě míst jsou v únoru Vespertilionidae, jejichž početnost v listopadu je obecně značně snížena.

Klíčová slova: Netopýři, Echolokace, struktura společenstev, Krugerův národní park, sezonalita

Abstract

Analyzes of bat echolocation calls enable to investigate diverse patterns of bat communities without the need for contact manipulation with individuals. The continuous all-night acoustic recordings provide standardised data open to quantitative comparisons and testing effects of diverse contextual factors upon bat community structure.

The multidisciplinary project MOSAIK (Monitoring Savanna Biodiversity in Kruger NP) mapping patterns of variation in savanna communities under different spatial and temporal influences includes bats as one of the model groups. At standardized monitoring points of the project (covering 20 different areas, each containing triplet points differing in access to the water surface: permanent, seasonal and the crests without a water source), all-night acoustic recordings of bats were undertaken over two seasons (using Song Meter recorders SM4BAT). All records were analyzed with aid of Kaleidoscope Pro software and cluster identification technique (with an input database developed by Weier *et al.* 2018 and Taylor *et al.* 2020) controlled by manual checking. Multiple comparisons of diverse coenologic variables of the particular samples were performed together with testing effects of associated contextual variables (geographic setting and climatic currents, seasons, vegetation, insect abundances, distance from camps etc.).

In total, we analyzed 94,310 recordings with 116,623 records of echolocation calls. These records were classified into 25 acoustic parataxa, of which 22 parataxa were assigned a species designation. Most records belonged to the families Molossidae and Vespertilionidae. Rhinolophidae and Hipposideridae were recorded quite exceptionally, obviously due to limited detectability of their echolocation signals. Bat abundances showed positive correlations with water availability (more records nearby the perennial rivers than at seasonal rivers), vegetation cover, and distance from the camp as a likely source of roosting opportunities. Yet, the season was far the most pronounced factor effecting both the abundances and structure of bat communities. In November (end of winter) the molossids dominated in all samples, while in February (end of summer) their distribution was more aggregated and many samples were dominated by vespertilionids which in contrast exhibited much lesser abundances in the November samples. Despite that the species composition and dominance structure were largely homogenous throughout the region with indistinct latitudinal trends in few species.

Keywords: Bats, acoustic recording, community, Kruger National Park, seasonality

Obsah

1	Úvod	11
1.1	Bioakustická analýza a výzkum biologie netopýrů	11
1.2	Typy echolokačních hlasů a vliv prostředí	12
1.3	Výzkum netopýrů v Jihoafrické republice	15
1.4	Krugerův národní park	19
2	Cíle práce	21
3	Metodika	22
3.1	Terénní výzkum	22
3.2	Metodické postupy a jejich ověření	24
3.2.1	Analyzované akustické parametry	24
3.2.2	Referenční knihovny a techniky druhového určení	25
3.2.3	Vhodnost umístění mikrofonu	26
3.3	Analýza nahrávek	27
3.4	Analýza výsledků kontrolních nahrávek	28
3.5	Přehled zaznamenaných parataxonů	28
3.6	Sezonní změny výskytu a noční aktivita jednotlivých parataxonů	29
3.7	Struktura společenstev a kontextuální faktory	29
4	Výsledky	31
4.1	Kontrola metodických postupů	31
4.1.1	Tvorba referenčních knihoven pro stabilizaci druhového určení	31
4.1.2	Vhodnost umístění mikrofonu	32
4.2	Přehled zaznamenaných parataxonů	33
4.2.1	<i>Afronycteris nana</i>	35
4.2.2	<i>Pipistrellus rusticus</i>	36
4.2.3	<i>Miniopterus natalensis</i>	37
4.2.4	<i>Neoromicia zuluensis</i>	39
4.2.5	<i>Pipistrellus hesperidus</i>	40
4.2.6	<i>Laephotis capensis</i>	41
4.2.7	<i>Myotis tricolor</i>	42
4.2.8	<i>Scotophilus dinganii</i>	43
4.2.9	<i>Eptesicus hottentotus</i>	44
4.2.10	<i>Taphozous mauritanus</i>	46
4.2.11	Molossidae	47
4.2.12	<i>Mops condylurus</i>	47
4.2.13	<i>Chaerephon pumilus</i>	48
4.2.14	<i>Tadarida aegyptiaca</i>	49

4.2.15	<i>Chaerephon ansorgei</i>	51
4.2.16	<i>Mops midas</i>	52
4.2.17	<i>Otomops martiensseni</i>	54
4.2.18	Nepřirazené parataxony	55
4.2.19	Sp. 45 (molosid45)	55
4.2.20	Sp. 37	56
4.2.21	Sp. 20	57
4.2.22	Rhinolophidae a Hipposideridae	58
4.2.23	<i>Hipposideros caffer</i>	58
4.2.24	<i>Rhinolophus landeri</i>	59
4.2.25	<i>Rhinolophus swinnyi</i>	60
4.2.26	<i>Rhinolophus capensis</i>	60
4.2.27	<i>Rhinolophus simulator</i>	61
4.2.28	<i>Rhinolophus fumigatus</i>	62
4.3	Sezonní změny výskytu a noční aktivita jednotlivých parataxonů	62
4.3.1	<i>Eptesicus hottentotus</i>	62
4.3.2	<i>Scotophilus dinganii</i>	64
4.3.3	<i>Laephotis capensis</i>	66
4.3.4	<i>Afronycteris nana</i>	67
4.3.5	<i>Neoromicia zuluensis</i>	69
4.3.6	<i>Pipistrellus hesperidus</i>	70
4.3.7	<i>Pipistrellus rusticus</i>	72
4.3.8	<i>Taphozous mauritanus</i>	73
4.3.9	Molossidae	75
4.3.10	<i>Miniopterus natalensis</i>	77
4.3.11	<i>Myotis tricolor</i>	78
4.4	Struktura společenstev a kontextuální faktory	79
4.4.1	Struktura společenstev	79
4.4.2	Variabilita struktury společenstev a její zdroje	86
5	Diskuze	99
5.1	Úskalí využití metodiky	99
5.1.1	Možnosti kvantitativního zhodnocení záznamů	99
5.1.2	Umístění mikrofonu	100
5.2	Problematika zaznamenaných parataxonů	102
5.3	Sezonní a noční aktivita	108
6	Závěr	114
7	Citace	116

8	Přílohy.....	125
8.1	Sonografy zaznamenaných parataxonů	125
8.2	Echolokační charakteristiky uvedené v literatuře	132
8.3	Echolokační charakteristiky zaznamenaných parataxonů	134
8.4	Koordináty sledovaných lokalit.....	136

1 Úvod

Netopýři jsou po hlodavcích nejpočetnější skupinou savců světa. Jejich takřka celosvětové rozšíření (jediným kontinentem, kde na ně nenarazíme je Antarktida) a vysoké schopnosti specializace se na nejrůznější prostředí a potravní zdroje (bezobratlí, drobní obratlovci, ale i pyl, nektar, plody a listy rostlin) se odvíjí od schopnosti aktivního využívání vzdušného prostoru. Co víc, jsou skupinou s jedním z nejdokonalejších echolokačních systémů na světě, který nám v dnešní době se stále se zlepšující technikou do široka otevírá dveře k poznání jejich biologie (Schnitzler and Kalko 2001).

1.1 Bioakustická analýza a výzkum biologie netopýrů

Vývoj přenosných ultrasonických detektorů vybavených systémem time-expansion umožňujícím podrobnou sonografickou analýzu hlasových projevů netopýrů se stal od devadesátých let minulého století bezpochyby nejvýznamnějším inovačním průlomem ve výzkumu biologie těchto savců. Otevřel možnost podrobného terénního studia chování v reálných přirozených situacích a odstranil problém rušivých zásahů, které při jiných výzkumných technikách omezovaly hodnotu získaných poznatků. Podrobné sonografické analýzy umožnily spolehlivé rozlišení hlasových projevů různých druhů a poskytly podklady k poznání druhově specifických loveckých strategií a jejich specifických obměnách v různých situacích. Detektory se záhy staly rutinním prostředkem terénního sledování netopýrů a rozborů druhového složení loveckých společenstev a dalších stránek biologie netopýrů, které aplikací tradičních invazivních metod – odchyt do sítí, pastí apod. - nebyly dostupné (Aldridge *et al.* 1990). S využitím detektorů je umožněno sledovat echolokující jedince volně v jejich přirozeném prostředí, a zvyšuje se tak šance na jejich zaznamenání, než s pomocí odchytových zařízení (O'Farrell and Gannon 1999). Nové technologie umožňují více prozkoumat skupiny využívající otevřený vzdušný prostor, které lze odchytovými metodami zkoumat velmi těžko, stejně tak i hůře přístupná místa či místa, kde odchyt netopýrů není možný (Skalak *et al.* 2012). Otevírají se možnosti i pro studium pohybu netopýrů mezi lokalitami, migračních tras a dalších charakteristik jejich chování (Brigham *et al.* 2004; Kalko *et al.* 2008).

Další milník v oblasti terénního výzkumu netopýrů se překonává začátkem druhého tisíciletí s příchodem nahrávacích automatických detektorů a v návaznosti i programů umožňujících automatickou analýzu získaných dat (Brigham *et al.* 2004; Adams *et al.* 2012; Stahlschmidt and Brühl 2012; Rydell *et al.* 2017). Takovéto využití detektorů umožňuje

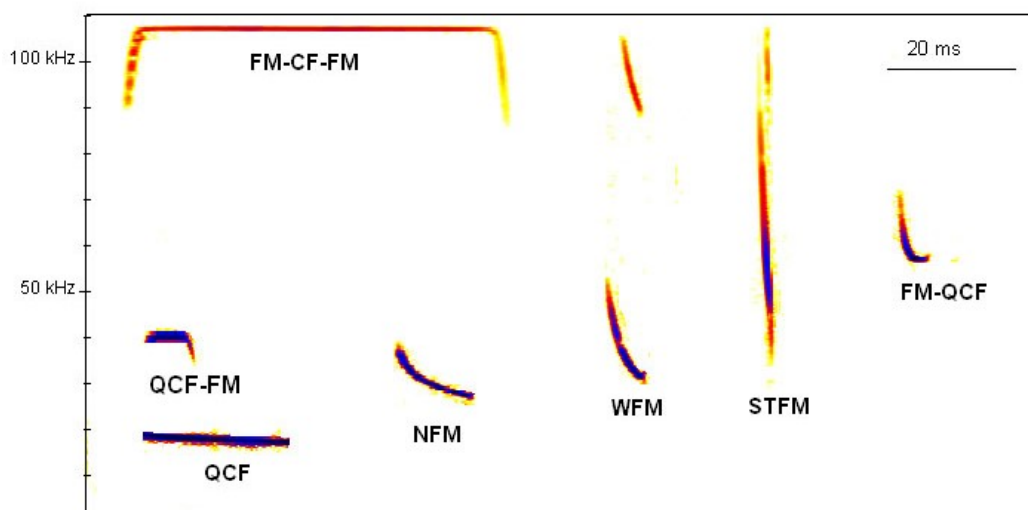
nashromáždit obrovské kvantitativní množství záznamů echolokačních hlasů netopýrů z průběhu celé noci, a minimalizovat tak vynaložený čas při práci v terénu (Walters *et al.* 2013). Výsledné datové soubory pak lze analyzovat s využitím automatických programů, kde si nahrávky roztřídíme sami, nebo je roztřídí sám program podle charakteru signálu, či na základě vložené matrice (odpovídající knihovny hlasů) přímo uvede druhové určení (Cantori and Haquart 2017; Wildlife Acoustics Management Team 2018). Ačkoliv jde rozvoj těchto programů a jejich knihoven neustále kupředu, žádný z programů není úplně dokonalý a je zde nutná manuální kontrola výsledků (Russo and Voigt 2016; Rydell *et al.* 2017). Přestože pro většinu netopýrů platí mezidruhová variabilita hlasů, díky které můžeme jednotlivé druhy mezi sebou odlišit, existuje i variabilita vnitrodruhová, která se musí brát v potaz a pro kterou je důležitá manuální kontrola a citlivý výběr knihovny využitě k třídění záznamů, zkušenosti s echolokací netopýrů dané lokality i lokální data získaná z literatury (Walters *et al.* 2013).

Přes možnosti automatické počítačové identifikace pořízených záznamů, které jsou dnes díky rozvoji softwarových prostředků k dispozici, není však spolehlivá analýza nahraných záznamů záležitostí zcela snadnou. Při hodnocení spolehlivosti identifikace je třeba pečlivě zvážit specifika a proměnlivost echolokačních hlasů jednotlivých druhů a návrhy softwarových výstupů konfrontovat s výsledky manuální analýzy jednotlivých záznamů. Základní poznámky k těmto tématům přináší následující odstavce.

1.2 Typy echolokačních hlasů a vliv prostředí

Charakter echolokačního signálu netopýrů je druhově specifický a velmi závisí na ekologických podmínkách, které daný druh využívá (Neuweiler 1989; Schnitzler and Kalko 2001). Základně můžeme echolokační hlasy rozdělit na vysokofrekvenční (z čeledí zaznamenaných v této práci sem patří Rhinolophidae, Hipposideridae) a nízkofrekvenční (ze zaznamenaných čeledí sem patří Vespertilionidae, Molossidae, Miniopteridae a Emballonuridae) typy signálů. Pro netopýry s vysokofrekvenčním typem signálu jsou charakteristické CF sekvence o stálé frekvenci a dlouhém trvání výkřiku. Důležitou schopností těchto netopýrů je využívání Dopplerova efektu ve frekvenčním posunu CF části signálu způsobeného pohybem kořisti, a tím i její snadnější detekci a přesnější zaměření. Pro nízkofrekvenční signály je pak charakteristický FM typ echolokačního signálu, který je uzpůsobován prostředí a situaci, ve které se netopýr nachází. V závislosti na prostředí může zaujímat úzké i široké frekvenční rozmezí, stejně tak různou délku trvání signálu (Obrázek 1).

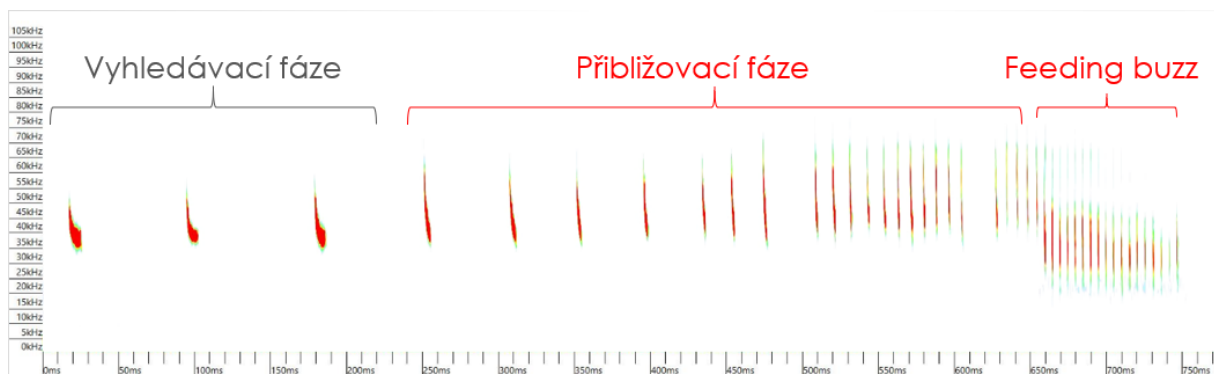
Charakter využívaného prostředí hraje velmi významnou roli v echolokačních přizpůsobeních netopýrů (Aldridge and Rautenbach 1987). Hlavní proměnnou, kterou musí netopýři při uplatnění echolokačního hlasu řešit, jsou fyzikální vlastnosti zvuku (Neuweiler 1990). Samotná echolokace probíhá tak, že netopýr emituje echolokační signál o určité délce a frekvenci a na základě pozměněné ozvěny (echa) je schopen určit tvar a velikost předmětu před ním. Čím vyšší frekvenci signál má, tím detailnější kresbu prostředí (nebo kořisti) netopýr dostane. Nicméně zvuky o vysoké frekvenci se šíří pouze na kratší vzdálenost, a jejich zpětná detekovatelnost je tak velmi omezená. Je-li potřeba větší vzdálenosti, musí se přidat na síle hlasu. Na základě tohoto pravidla můžeme z prostého záznamu echolokačního hlasu poznat, které prostředí je pro zaznamenaný druh charakteristické (Neuweiler 1990). Netopýři lovíci převážně v otevřené krajině, která neobsahuje překážky, využívají především signál o dlouhé délce trvání a nízké frekvenci (do 30 kHz), který doletí dál a poskytne jim rámcovou představu o prostředí a případné kořisti (Neuweiler 1990). Do této skupiny patří například zástupci čeledi Molossidae. Netopýři lovíci v prostředí blíže vegetace či přímo v lese či křovinách nepotřebují dlouhou detekční vzdálenost signálu, ale mají hlas o vyšší frekvenci s větším frekvenčním rozpětím, který jim poskytne dostatečný detail prostředí, aby se v něm zvládli rychle a bezpečně pohybovat a zároveň zaznamenat kořist (Neuweiler 1990). Specialisty na husté prostředí jsou pak zástupci skupiny Rhinolophoidea, kteří díky CF části signálu jsou schopni využít i Dopplerův efekt, a výrazně tak zvýšit pravděpodobnost zaměření kořisti v hustém prostředí (Bell and Fenton 1984). Alternativou využívanou pro lov v hustém prostředí je pak pro mnohé netopýry vyhledávání kořisti pomocí zvuku, který kořist produkuje, jelikož v samotné echolokační sekvenci na bázi FM signálů by kořist už nemusela být dobře rozlišitelná (Neuweiler 1990). Vliv využívaného prostředí se podepisuje i na tvaru a velikosti křídel, podle kterých můžeme odhadnout preferované prostředí výskytu (Monadjem *et al.* 2011).



Obrázek 1: Tvary echolokačních signálů (<https://www.ceson.org/detectoring.php>)

Na základě vlivu prostředí a dalších charakteristik, jako je potravní specializace, ale i fylogenetická příslušnost či konkurence, lze rozlišit echolokační hlasy jednotlivých netopýrů (Schoeman 2006). U mnoha netopýrů dochází k velmi těsnému překryvu ekologických nároků, a jejich tělesné znaky tak mohou být velmi podobné, a druhy tak velmi těžko rozlišitelné. U mnoha z těchto kryptických druhů může echolokační signál sloužit jako snadný klíč k jejich rozlišení (Jones and Van Parij 1993; Jacobs *et al.* 2006). Opět je ale nutno zmínit, že čím podobnější ekologické nároky druhy mají, tím podobnější echolokační hlas budou mít (Schnitzler and Kalko 2001).

Echolokační hlas netopýrů je proměnlivý a závisí na aktuální situaci, ve které se netopýr nachází. Stejný jedinec tak může v hustém prostředí produkovat signál o širším frekvenčním rozpětí, zatímco když vyletí na otevřené prostranství, frekvence jeho signálu klesne a prodlouží se (Schnitzler *et al.* 2003). Stejně tak se charakter signálu mění i s loveckou fází. Nejčastěji je zaznamenána vyhledávací fáze. Tu netopýr využívá ve chvíli vyhledávání kořisti, ale i pro orientaci v prostředí (Griffin *et al.* 1960). Tvar signálů ve vyhledávací fázi je většinou ustálený, a proto tato fáze slouží jako hlavní matrice signálů, podle kterých je jedinec určen do druhu (Neuweiler 2000; Brinkley 2018). Dalšími fázemi jsou přibližovací fáze a takzvaný feeding buzz. Obě tyto části se vyskytují v případě, kdy netopýr zaměří kořist a snaží se ji ulovit (Obrázek 2).



Obrázek 2: Záznam lovecké fáze druhu *Laephotis capensis*

1.3 Výzkum netopýrů v Jihoafrické republice

Netopýří fauně Jižní Afriky i Krugerova národního parku byla věnována soustavná pozornost již od 60. let minulého století (Pienaar 1964; Joubert and English 1972; Schlitter and Rautenbach 1977; Rautenbach *et al.* 1979, 1984, 1985; Rautenbach and Espie 1982; Fenton *et al.* 1985; Aldridge and Rautenbach 1987), k dispozici jsou odsud i první soustavné informace o reprodukční biologii afrických netopýrů (LaVal and LaVal 1977; van der Merwe *et al.* 1986, 2006; Rautenbach and Goddings 1987; Happold and Happold 1989, 1990; van der Merwe 1994; Monadjem 1998). Hlavní metodikou výzkumu netopýrů doby těchto počátků byl odchyt jedinců do sítí či pastí. Nicméně již v 70. letech vznikají v této geografické oblasti práce využívající k rozšíření možností výzkumu ultrasonické detektory (Fenton *et al.* 1977; Simmons *et al.* 1979). Usnadňuje se tak sledování aktivity netopýrů v průběhu noci, ale i charakteru a diverzity echolokačních hlasů v různém prostředí (Kunz and Brock 1975; Fenton *et al.* 1977; Fenton and Thomas 1980). Ultrasonické detektory postupně přejímají široké uplatnění v nejrůznějších ohledech netopýří biologie zkoumané na území Jihoafrické republiky (Aldridge and Rautenbach 1987; Dunning and Krüger 1996). Postupně se hromadí soupisy echolokačních charakteristik jednotlivých druhů, a vznikají tak základní metodické materiály pro určování druhů na základě echolokačních hlasů (Fenton *et al.* 1980; Aldridge *et al.* 1990). Pro analýzu druhové diverzity lokalit je velmi doporučováno kombinovat využívané metody, nejen pro ošetření možných druhových záměn, ale i pro zachycení méně častých forem a zhodnocení méně kvalitních nahrávek a vícedruhových záznamů, které při softwarovém zpracování nejsou hodnoceny. Pro odpovědné zhodnocení diverzity netopýřího společenstva na sledovaném území jsou podobné korekce nezbytné (Brinkley *et al.* 2021; Moir *et al.* 2021).

Systematické využití automatických rekordérů jako zdroje základní faunistické informace o netopýrech jižní Afriky se stalo předmětem celé řady studií (Sirami *et al.* 2013; Taylor *et al.* 2013; Taylor, *et al.* 2013; Linden *et al.* 2014; Weier *et al.* 2017; Adams and Kwiecinski 2018; Foord *et al.* 2018; Moir *et al.* 2021).

Jedním z častých témat výzkumů posledního desetiletí je vliv dostupnosti vody na abundanci netopýrů. Hlavně v obdobích sucha, kdy jsou zdroje vody omezeny převážně na větší vodní plochy a nevysychající toky, se předpokládá vysoký vliv dostupnosti vody na abundance netopýrů na lokalitách a jich distribuci v krajině (Parker and Bernard 2018; Weier *et al.* 2018; Taylor *et al.* 2020). V rozporu s tímto tvrzením je však studie z Přeshraničního parku Kgalagadi se záznamy nahranými v dubnu 2016, kde vyšší množství záznamů echolokace bylo pořízeno v kilometrové vzdálenosti od zdroje vody (Adams and Kwiecinski 2018). Mezi faktory ovlivňující distribuci netopýrů patří i tvorba mateřských kolonií a rození mláďat v období jara, nejčastěji v období listopadu (Happold and Happold 1990; Weier *et al.* 2018). V případě nepříznivé situace (nedostatek potravy, zima) jsou populace netopýrů ovlivněny i potravními zdroji a možností úkrytu, které převážně v suchém období mnoho z nich využívá (De Torrez *et al.* 2018; Monadjem *et al.* 2020; Moir *et al.* 2021).

Tématem, které v poslední době rezonuje komunitou vědců zabývajících se netopýří faunou Jižní Afriky je využívání stanovišť a vlivy antropogenních změn krajiny na netopýří populace, jejich obývané prostředí a ochranu (Sirami *et al.* 2013; Voigt and Kingston 2016; Foord *et al.* 2018; Schoeman and Monadjem 2018). Sleduje se i vliv nadmořské výšky na složení netopýří fauny, jakožto ukazatel možných následků globálního oteplování (Linden *et al.* 2014; Reardon and Schoeman 2017).

Chceme-li studovat životní rytmus netopýřích uskupení, potřebujeme detailní vhled do charakteru jejich populací a jejich změn v průběhu roku. Literatura na toto téma je výborně zpracovaná například pro prostředí Evropy (Haarsma and Siepel 2013; Dietz and Kiefer 2016), nicméně na africkém kontinentu je v tomto ohledu ještě spousta neznámých (Monadjem *et al.* 2020). Právě na základě opakovaných sledování v různých sezónách můžeme pozorovat proměnlivost netopýřího společenstva v průběhu roku. Na území Jihoafrické republiky je doposud provedeno jen několik opakovaných pozorování v různých obdobích zaměřené na využívání zdrojů krajiny (Parker and Bernard 2018; Weier *et al.* 2018; Taylor *et al.* 2020; Brinkley *et al.* 2021).

Příkladem může být práce Taylor *et al.* 2020, která se zabývá rozdílem druhové diversity a abundance netopýrů v okolí řeky Limpopo (v národní parku Mapungubwe, šest bodů do vzdálenosti 5 km od řeky) v porovnání se savanou (Venetia Limpopo přírodní rezervace, osm bodů ve vzdálenosti 9-12 km), která na příbřežní bohaté vegetační pásmo navazuje. V národním parku Mapungubwe probíhal výzkum v měsících listopadu (2017) a dubnu (2018) a Venetia Limpopo přírodní rezervaci v měsících březnu (2017), červnu (2017 a 2019) a listopadu (2017). Pro oblast blíže k řece bylo zjištěno vyšší druhové zastoupení a vyšší aktivita netopýrů, která se vzdáleností od řeky výrazně klesala. Nicméně jejich výsledky se lišily mezi skupinami. Netopýři využívající uzavřený prostor křovin a stromů byli tímto trendem ovlivněni více než netopýři využívající otevřená stanoviště. Pro obě skupiny byl však vidět mezisezonní rozdíl, kdy léto a podzim byli druhově i aktivitou bohatší než zima (suché období, chladnější období).

Podobné závěry vychází i z práce Parker & Bernard, 2018, opět od řeky Limpopo v národní parku Mapungubwe, kde se zaměřovali primárně na rozdíl mezi letní (listopad) a zimní sezónou (červenec). Všechny sledované body se nacházely v blízkosti řeky Limpopo v galeriovém lese a vykazují vyšší aktivitu netopýrů v létě než v zimě (Parker and Bernard 2018).

Další recentní práce se zabývá vlivem potravní nabídky a struktury vegetace. Netopýři mají vysoký ekonomický význam jako predátoři hmyzu napadajícího zemědělskou úrodu (Taylor *et al.* 2013; Taylor *et al.* 2017). Na využívání zemědělské půdy se zaměřili v práci Weier *et al.* 2018, kde sledovali vliv makadamových sadů na populace netopýrů v regionu Limpopo. Jejich výzkum probíhal v průběhu celého roku. Oproti předchozím výzkumům se nejedná o využití celonočních automatických nahrávačů, ale o provádění standardizovaných transektů s ručním detektorem značky Batlogger v době nejvyšších aktivit netopýrů (Weier *et al.* 2018). Dohromady procházeli pět transektů a sběr opakovali každý měsíc. Současně s nočním monitoringem netopýrů umísťovali ve sledované oblasti i lapače na hmyz. Jejich výsledky ukázaly větší preferenci sadů oproti okolním křovinám pouze za vysoké abundance kořisti, se kterou obecně vzrůstalo množství zaznamenaných jedinců netopýrů otevřené krajiny i netopýrů lovících v listoví. Jinak byly využívány převážně křoviny v okolí sadů v průběhu celého roku. To neplatí pro lovce otevřené krajiny, u kterých nebyla výrazná preference ani pro jedno prostředí. Aktivita netopýrů v období dešťů vychází takřka dvojnásobná oproti suchému období, což je vzhledem k předchozím zmíněných výzkumům očekávatelné. Zajímavým výsledkem je zvýšení aktivity netopýrů v suchém období s narůstající vzdáleností od příbytků.

Tento výsledek naznačuje využívání těchto budov jako místa tvorby kolonií v období dešťů (Weier *et al.* 2018).

Práci, kterou bychom v kontextu s naším výzkumem neměli opomenout, je výzkum Foord *et al.* 2018. Jejich výzkum byl zaměřen na vliv antropogenních stanovišť na populace středně velkých a drobných savců, netopýrů a ptáků, sledovali ale i množství bezobratlých živočichů. Výzkum probíhal mezi březnem a květnem 2014 a odehrával se v oblasti západně od KNP ve vesnici Vyeboom a Ka-ndengeza. V každé oblasti byly vytyčeny tři typy antropogenních stanovišť (Foord *et al.* 2018). Většina zaznamenaných netopýrů nevykazovala druhovou specifitu ke sledovaným stanovištím, nicméně zmiňují, že za tímto výsledkem může stát překryv echolokačních specifík zaznamenaných taxonů. Dalším možným faktorem může být to, že netopýři nemusí tyto mikrohabitaty při přeletech a lovu reflektovat (Foord *et al.* 2018). Zvýšenou aktivitu netopýrů zaznamenali v zastavěných stanovištích, což opět uvádí v souvislost s větším výskytem starých stromů a střech, které slouží jako úkryty, ale i s bohatým výskytem kořisti v okolí nočního osvětlení (Foord *et al.* 2018).

Navázat musíme i práci Brinkley *et al.* 2021, která se zabývala revizí druhové skladby netopýrů severní části KNP. Stejně jako v předchozích uvedených výzkumech se stálými detektory, i v této práci bylo hlavním metodickým postupem využití automatických detektorů značky Wildlife Acoustics. Tento výzkum byl zaměřován primárně na druhovou diverzitu parku, ne na sledování aktivity mezi lokalitami či sezonami, nicméně výzkum zde probíhal v průběhu dvou let od konce období dešťů po jeho začátek (březen–říjen). Meziroční rozdíly v záznamech na pozorovaných lokalitách nejsou doplňovány zápisy z jednotlivých měsíců. Nicméně i přesto je tento výzkum pro nás stěžejní, neboť probíhal na stejném území, ale v odlišné období (naše sběry nahrávek pochází z konce listopadu a konce února). Jejich uvedené počty záznamů jednotlivých druhů slouží jako skvělé porovnání k našemu výzkumu. Nicméně je nutno brát v potaz, že jejich sledované body se nachází vždy v blízkosti vody, rozdíly jsou zde tedy očekávatelné i z tohoto důvodu.

Prostor pro doplnění dosud vzniklých studií o chování netopýrů v závislosti na sezóně a charakteristikách prostředí je ohromný. Touto prací se snažíme o odhalení dalších střípků mozaiky pestrého života netopýrů Jihoafrické republiky. Díky širokému záběru projektu MOSAIK zahrnujícím pod sebou výzkumy zaměřené na geologické a botanické složení 60 pozorovaných lokalit rozmístěných v celém Krugerově národním parku, i na diverzitu a bohatost ptactva, velkých savců a hmyzu i dostupnost vody, bylo možné k porovnání vlivu na

diverzitu netopýřích uskupení jednotlivých bodů přidat širokou škálu faktorů, které svým rozsahem nemají mezi dosavadními výzkumy obdoby.

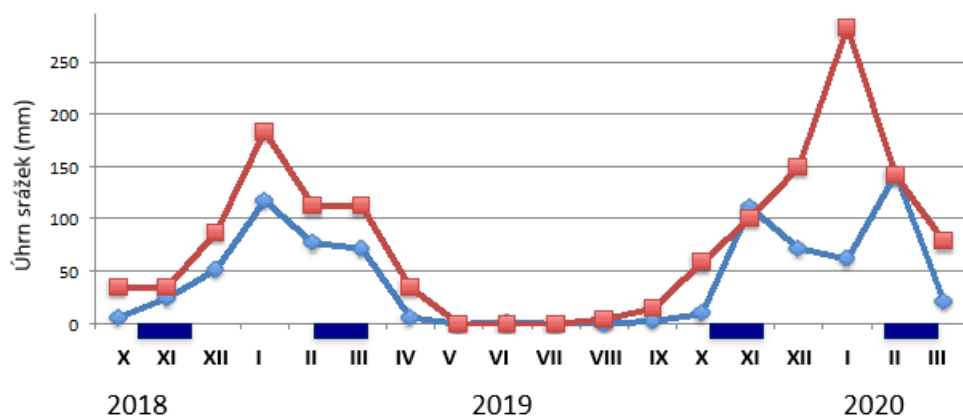
1.4 Krugerův národní park

Krugerův národní park (KNP) je prvním národním parkem afrického kontinentu. Byl vyhlášen v roce 1926 na území dvou přírodních rezervací s omezeným lovem – rezervace Sabie založené v roce 1898 nacházející se v jižní části dnešního parku a rezervace Singwitsi založené v roce 1903 v jeho severní části. Park byl pojmenován podle prezidenta Transvaalské republiky, Paula Krugera, který jako první začal prosazovat myšlenku ochrany savanových zvířat této oblasti (Stevenson-Hamilton 2008).

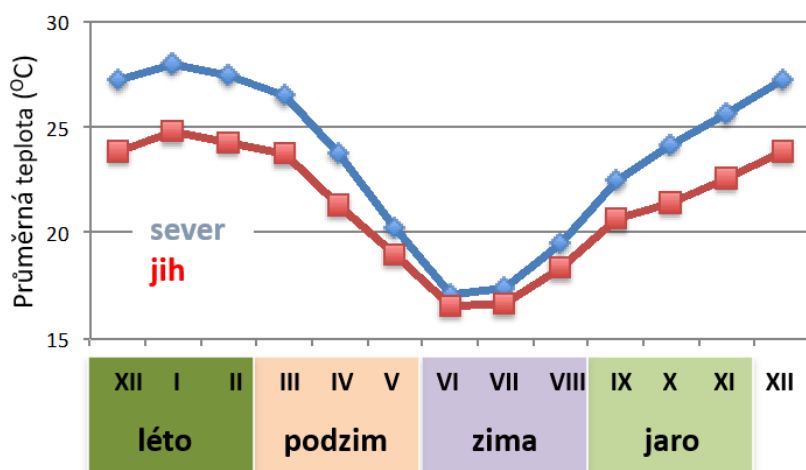
KNP se nachází v severovýchodní části Jihoafrické republiky, kde zaujímá rozlohu 19 633 km². Park je orientován severojižním směrem, na délku měří zhruba 350 km, na šířku 60 km. Hranice parku je dlouhá 1 050 km (Roux *et al.* 2008). Většina rozlohy KNP se nachází v nadmořské výšce mezi 260 až 440 m. n. m. Z jihozápadu zasahuje do národního parku pohoří Drakensberg s nejvyšším bodem parku – kopec Khandzalive o výšce 837 m. n. m. Mezi další vyvýšené oblasti parku patří pohoří Shitshova poblíž Punda Maria (nejvyšší vrchol – 450 m. n. m.) a pohoří Lebombo tvořící hranici s Mazambikem (480 m. n. m.) (MacFadyen *et al.* 2018).

Od západu na východ protéká parkem sedm velkých toků. Severní hranici parku tvoří řeka Luvuvhu, na jižní hranici se nachází řeka Crocodile. V severojižním směrem je park dělen řekami Shingwidzi, Letaba, Olifants, Nwanedzi a Sabie (Roux *et al.* 2008).

Většina KNP se nachází v subtropické oblasti, nicméně severní část zasahuje až za obratník Kozoroha do tropického pásma. Dochází zde ke střídání suché teplé zimy a vlhkého horkého léta (MacFadyen *et al.* 2018). Teploty se zde pod bod mrazu nedostávají (Obrázek 4). Vlivem jevů La Niño a El Niño sem zasahují meziroční zhruba pětileté suché a vlhké cykly (MacFadyen *et al.* 2018). Množství srážek se pohybuje v rozmezí 400 a 750 mm s přibýváním od severu k jihu (Du Toit 2003). Nejvlhčími měsíci jsou listopad až březen, naopak nejsuššími měsíci jsou červen až srpen, ve kterých jsou srážky minimální (Obrázek 3).



Obrázek 3: Průměrný měsíční úhrn srážek v Krugerově národním parku mezi lety 2018 až 2020 (data jsou získaná z webu www.sanparks.org).



Obrázek 4: Průměrná měsíční teplota v Krugerově národním parku měřená mezi lety 1961 až 1990 (Zambatis 2006)

Na území Krugerova národního parku jsou rozlišovány dva klimatické regiony. V severní části se nachází region severní aridní savany, jižní část zaujímá region nízké křovinaté savany (Conradie and Kumirai 2012). Severojižní osou je podloží parku rozděleno na západní část s granitovým podložím a východní část obsahující převážně bazaltové jíly (Du Toit 2003). Výskyt těchto podloží pak ovlivňuje i složení místní vegetace. Na severu a východě převažují spíše otevřené stromovité savany s nejčastějším zastoupením stromů rodu *Combretum* a *Acacia*, v jihozápadní části se vyskytuje převážně lesnato-křovinatá oblast savan složená poněkud více ze stromů rodu *Combretum* a *Terminalia* (Venter and Gertenbach 1986). Severně od řeky Timbavati navazují v oblasti s bazaltovým podložím stepy porostlé stromy *Colophospermum mopane* (Venter and Gertenbach 1986).

2 Cíle práce

V návaznosti na probíhající komplexní projekt zhodnotit velký objem záznamů akustických projevů netopýřích společenstev série modelových lokalit v Krugerově národním parku, jižní Afrika.

Provést determinační analýzu a semantickou klasifikaci, zhodnotit sezonní změny v druhovém složení společenstev, abundančních charakteristikách a behaviorálním profilu nejhojnějších druhů, testovat naskýtající se interpretační hypotézy zohledňující jednotlivé kontextuální proměnné – stanovištní charakteristiky, dostupnost vody, kvantitativní a kvalitativní charakteristiky potravní nabídky (sledované souběžně v rámci projektu) atd.

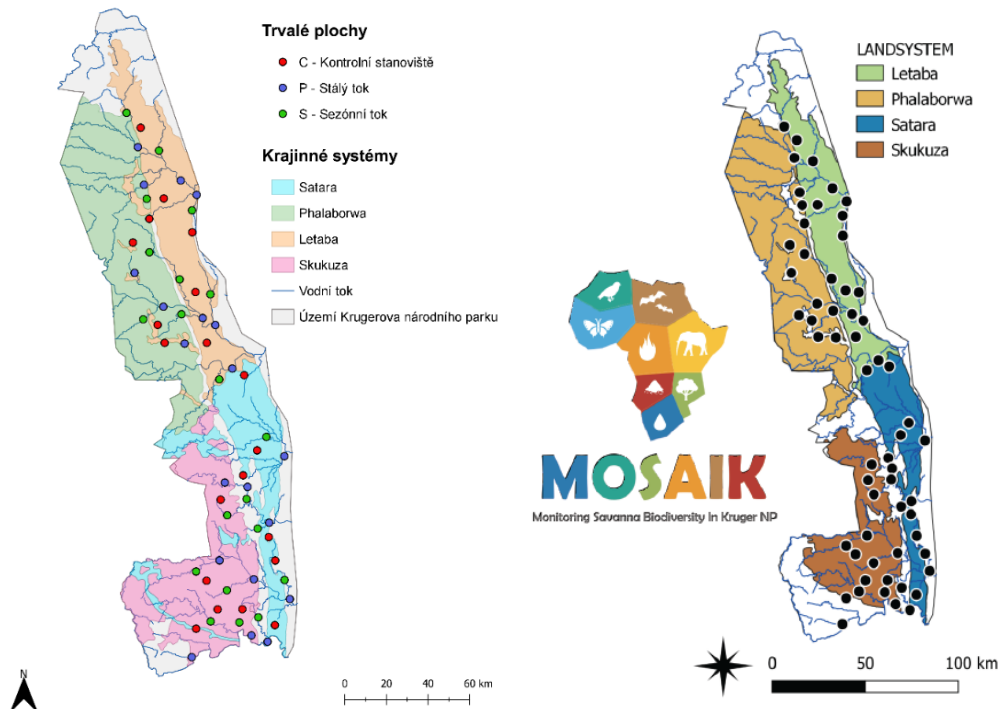
Výsledky diskutovat v kontextu obecných poznatků o struktuře netopýřích společenstev, teorií o sdílení komplexních zdrojů a dosavadních znalostí o struktuře, prostorové a sezonní dynamice netopýřích společenstev Jižní Afriky.

3 Metodika

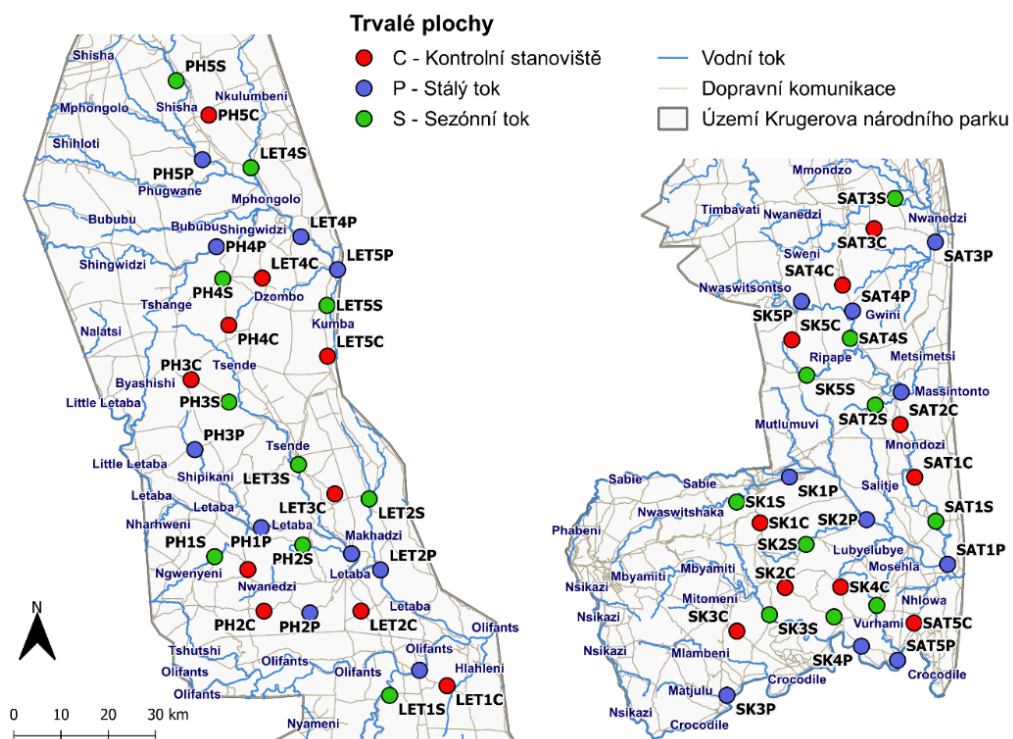
3.1 Terénní výzkum

Terénní výzkum probíhal v letech 2018 až 2020 na území Krugerova národního parku v Jihoafrické republice. V každém roce byly nahrávky pořizovány během jarní (XI) a podzimní sezóny (II). V jižní části Krugerova národního parku, v územních jednotkách Skukuza a Letaba, probíhal sběr dat v termínech 6.11.2018 až 18.11.2018 a 24.2.2019 až 8.3.2019. V severní části KNP v oblastech Letaba a Phalaborwa výzkum proběhl v termínech 19.11.2019 až 3.12.2019 a 17.2.2020 až 29.2.2020. Dohromady bylo vytyčeno 60 bodů – 30 se nacházelo v severní části, 30 v jižní části KNP (Obrázek 5 a Obrázek 6). Každá územní oblast obsahovala 15 trvalých ploch, bodů. Tyto plochy byly uspořádány do tripletů. V každém tripletu byly body po jednom umístěny u periodicky vysychajícího toku (S – seasonal river), trvalého toku (P – perennial river) a na kontrolní lokalitě (C – crest) nacházející se alespoň 15 km od vodního toku. Trvalým tokem se rozumí řeky Sabie, Olifants, Crocodile, Orpen dam, Letaba, Sweni, Kumana, N’waswitsontso, Stapelkop, Nhlanganini, Shingwendzi a Mghongolo. Periodicky vysychajícími toky se rozumí primární či sekundární větve trvalých toků. Výběr lokalit byl proveden členy projektu MOSAIK v rámci členění krajinného systému na základě výskytu hlavních savanových typů, které byly určeny v předchozí fázi výzkumu. Z uvedeného rozvrhu vychází i konkrétní označení jednotlivých bodů, používané i v této práci – tvoří jej zkratky územní jednotky (SK, SAT, LET, PH), číslo tripletu (1-5) a typ stanoviště (S, P, C).

Na každém bodě byl umístěn detektor Song Meter SM4BAT FS od společnosti Wildlife Acoustics. K detektoru byl připojen ultrasonický mikrofón SMM-U2 od stejné společnosti, který byl umístěn na konci rozkládací tyče ve výšce 4 m. Zařízení bylo napájeno externí velkokapacitní baterií. Na každém z detektorů bylo nastaveno datum, časové pásmo (východoevropský čas) a GPS souřadnice specifická pro každý bod. Nahrávání bylo automaticky spouštěno při západu slunce a ukončováno při jeho východu (Taylor *et al.*, 2013). Přesné časy byly automaticky stanoveny zařízením podle nastaveného data, časového pásma a GPS souřadnic (Wildlife Acoustics Management Team 2017). Sample rate (rozmezí nahrávané frekvence) byl nastaveno na 384 kHz – minimálně dvakrát větší než předpokládané rozmezí záznamu nejvýše echolokujícího netopýra – záznam netopýrů do 192 kHz. Citlivost nahrávání byla kvůli minimalizaci rušivých zvuků nastavena na 10 kHz. Tato hranice se nacházela pod minimální charakteristickou frekvencí nejnižší echolokujícího druhu ve sledovaném regionu – druh *O. martiensseni* (Adams *et al.* 2015). Nahrávky byly pořizovány ve formátu WAV a ukládány na SD paměťovou kartu.



Obrázek 5: Přehled rozmístění sledovaných bodů v KNP a jeho krajinné členění, práce je součástí multidisciplinárního programu MOSAİK.



Obrázek 6: Rozmístění trvalých ploch v severní a jižní části KNP.

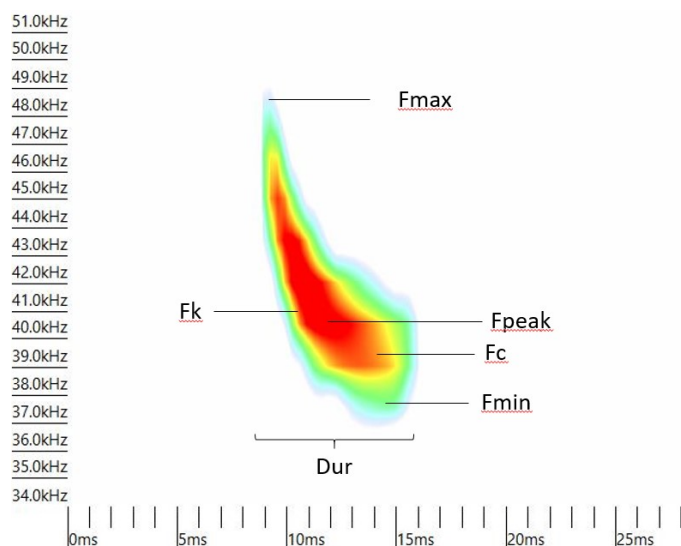
Zařízení byla na lokalitu umisťována v odpoledních až podvečerních hodinách před západem slunce, vyzvedávána byla následujícího dne po východu slunce. Celkem se pracovalo se čtyřmi detektory a čtyřmi mikrofony. Tato zařízení byla na body vybírána náhodně. Každý sledovaný bod zaujímal rozlohu 100 x 100 m (1 km²). V rámci bodu byla zařízení umístěna na otevřená místa v blízkosti keřovitého či stromovitého porostu v závislosti na charakteru dané lokality, avšak v dostatečné vzdálenosti, aby nedošlo k zakrytí mikrofonu listovím.

3.2 Metodické postupy a jejich ověření

3.2.1 Analyzované akustické parametry

Všechny nahrávky byly zobrazeny formou sonografického záznamu s obrazovým vyznačením intenzit a frekvenční struktury jednotlivých signálů. V následných analýzách bylo přihlíženo k následujícím standardním proměnným, jejichž stav byl na sonografickém záznamu měřen příslušnými nástroji sonografické analýzy (Obrázek 7):

- Fmax – jedná se o průměrnou nejvyšší frekvenci měřené sekvence signálů
- Fmin – průměrná nejnižší frekvence měřené sekvence signálů
- Fpeak – průměrná nejvyšší intenzita sekvence signálů
- Fc – průměrná charakteristická frekvence signálů v koncové části nejvodorovnější části signálu
- Fk – průměrná frekvence bodu změny sklonu signálu ze sestupného do pozvolnějšího až vodorovného typu
- Dur – průměrná délka trvání signálu od zaznamenaného počátku do konce signálu



Obrázek 7: Příklad echolokačního signálu s vyznačenými proměnnými, které jsou měřené při sonografické analýze.

3.2.2 Referenční knihovny a techniky druhového určení

Z důvodu ustálení metodiky manuální analýzy záznamů byly vytvořeny tři typy tabulek obsahující echolokační charakteristiky typické pro parataxony zaznamenané během analýzy nahrávek a echolokační charakteristiky druhů, které byly k těmto parataxonům přiřazeny – tabulka vytvořená ze záznamů uvedených ve využitě literatuře a tabulka z nahrávek pořízených během odchytu netopýrů či jejich výletu z úkrytů.

A. Echolokační charakteristiky zaznamenaných parataxonů

Byla vytvořena databáze, která obsahuje průměry (\pm směrodatná odchylka výběru) echolokačních charakteristik jednotlivých parataxonů naměřené z nahrávek pořízených v průběhu výzkumu v letech 2018 až 2020. Podle možností bylo z každé ze čtyř sledovaných sezón změřeno osm záznamů z alespoň čtyř lokalit. Celkový počet naměřených sekvencí pro jeden parataxon se tak pohybuje kolem 32 záznamů. V závislosti na kvalitě záznamů jednotlivých parataxonů se počet může lišit.

Hodnoty byly naměřeny v programu Kaleidoscope Pro. Preferenčně byly vybírány kvalitní záznamy o sekvenci alespoň tří plně reprezentativních výkřiků, které nebyly rušeny dalšími jedinci stejného či jiného druhu v nahrávce.

B. Echolokační charakteristiky uvedené v literatuře

Byla vytvořena knihovna obsahující informace o echolokačních charakteristikách druhů zaznamenaných v průběhu projektu MOSAIK. Uvedené informace pocházejí z dostupné literatury, která byla v průběhu kontroly a určování záznamů nejvíce využívána. Uvedenými zdroji jsou knihy „Bats of southern and central Africa: a biogeographic and taxonomic synthesis“, „Mammals of Africa“ a diplomová práce Erin Brinkley obsahující popis echolokačních charakteristik netopýrů Krugerova národního parku (Kingdon *et al.* 2013; Brinkley 2018; Monadjem *et al.* 2020). Pro některé druhy je uvedena i další literatura, která byla při určování záznamů významně využita.

C. Echolokační charakteristiky předem určených jedinců

Byla vytvořena tabulka obsahující záznamy pocházející od jedinců, kteří byli předem určeni na základě fyzických charakteristik. V období od 11. do 17. března 2020 byly v kempech Krugerova národního parku profesorem Ivanem Horáčkem pořízeny záznamy netopýrů nahrané při večerním výletu netopýrů a při vypouštění jedinců chycených do odchytové sítě. Záznamy byly pořízeny s využitím detektorů Echo Meter Touch 2 Pro a změřeny v programu Kaleidoscope Pro.

3.2.3 Vhodnost umístění mikrofonu

Během poslední sezóny nahrávání – 17.- 29.2.2020, byly instalovány zkušební detektory určené k testování metodiky sběru. Sledovaným parametrem byla výška umístění mikrofonu a její vliv na kvalitu a množství záznamů a druhovou diverzitu netopýrů. Mikrofony byly umístěny na téže nosné tyči ve výšce 4 m (využitá výška při výzkumu) a 1,2 m (výška umístění testovacích mikrofonů). U níže položených mikrofonů bylo předpokládáno větší množství záznamů netopýrů lovících blíže u země (vyšší echolokační frekvence → horší detekovatelnost vzdálenějším mikrofonem), zároveň ale i přítomnost většího množství šumu (nepoužitelných záznamů – vítr, stridulace rovnokřídlého hmyzu, šum vegetace).

Získané nahrávky byly zpracovány stejnou metodikou jako nahrávky získané původní metodikou při výzkumu. Byl porovnán rozdíl mezi celkovým počtem záznamů obou mikrofonů, rozdíl v množství šumu, rozdíl v počtu kvalitních záznamů vhodných k druhovému určení (záznam po odečtení šumu). Byl sledován i rozdíl v druhovém záznamu horního a dolního mikrofonu.

3.3 Analýza nahrávek

Ke zpracování nahrávek bylo využito programu na určování a vizualizaci hlasů Kaleidoscope Pro od společnosti Wildlife Acoustics. Původní metodika spočívající v automatické identifikaci na základě vnitřní databáze programu Kaleidoscope (Bats of South Africa 5.1.0) byla otestována na sadě nahrávek z listopadu 2018, ale kvůli nepřesnostem při určování byla nahrazena metodou clusterové analýzy. Při této metodě byla využita databáze speciálně vytvořená pro netopýry Krugerova národního parku (KNP-specific classifier), která nám byla poskytnuta Prof. Peter Taylorem a spol. (Brinkley 2018; Brinkley *et al.* 2021). Získané nahrávky byly na základě této databáze clusterovou analýzou roztrženy a předběžně určeny.

Clusterová analýza spočívá v roztržení záznamů do kategorií vytvořených na základě charakteristických prvků zaznamenaných hlasů. Tyto kategorie se dají manuálně upravit a přejmenovat. Upravený soubor lze znovu použít pro kategorizaci dalších nahrávek (Wildlife Acoustics Management Team 2018). Tímto způsobem byl vytvořen KNP-specific classifier. S jeho využitím byly roztrženy nahrávky pro projekt MOSAIC. Nahrávky byly roztrženy na platné, obsahující zjevné záznamy netopýří aktivity, a neplatné, které obsahovaly šum vzniklý hmyzem, větrem, ptáky či nahrávky, u nichž nebyl zaznamenaný hlas dostatečně výrazný. Za platné nahrávky se považovaly záznamy echolokačních, případně sociálních hlasů, které obsahovaly alespoň dva výkřiky. Kvůli neschopnosti programu označit více druhů netopýřů na jednom záznamu byly záznamy s více druhy vždy manuálně upraveny. Využití clusterové analýzy vede k roztržení nahrávek podle její diverzity. V případě, že se na záznamu nachází více typově odlišných hlasů, program Kaleidoscope ho při clusterové metodě podle těchto typů rozdělí. V případě dublování jednoho druhu na více částech téže roztržené nahrávky, byl daný jedinec započítáván pouze jednou. Rozdělení záznamů clusterovou analýzou bylo překontrolováno a případné chybné určení druhu bylo manuálně opraveno. Manuální kontrola byla provedena i proto, že ač se schopnosti programů stále zlepšují, jejich výsledky nemusí vždy odpovídat realitě (Russo and Voigt 2016; Rydell *et al.* 2017). K manuální kontrole druhového určení netopýřů byly využity informace z dostupné literatury, později i z vytvořené referenční databáze (Peter John Taylor, Sowler, *et al.* 2013). Druhy byly určovány na základě akustických charakteristik vyhledávací fáze echolokačního hlasu.

3.4 Analýza výsledků kontrolních nahrávek

Výsledná data pořízená při testování umístění mikrofonů a zhodnocená v programu Kaleidoscope Pro byla statisticky zpracována v programu R 3.4.2 v rozhraní RStudio.

Rozdíl v celkovém počtu nahrávek a v počtu kvalitních záznamů byl počítán za využití párového t-testu. Normální rozdělení bylo zkontrolováno pomocí diagnostických grafů. Nekvalitní nahrávky (šum) byly nejprve převedeny na procentuální zastoupení z celkového počtu nahrávek z daného bodu. Tato procenta pak byla využita při statistické analýze. Z důvodu horního a dolního ořezání, data neměla normální rozdělení, a k jejich vyhodnocení tak byl využit neparametrický Wilcoxonův test.

Pro zjištění rozdílu v druhovém záznamu horního a dolního mikrofonu byla využita redundanční analýza (RDA). Sledovaným faktorem bylo umístění mikrofonu. Pro tuto analýzu byl použit i permutační test.

3.5 Přehled zaznamenaných parataxonů

Zaznamenané echolokační hlasy byly tříděny na základě podobnosti do jednotlivých parataxonů. K jejich vzájemnému uspořádání podle podobnosti byla využita metoda neváženého párování s aritmetickým průměrem (UPGMA). Ke znázornění vzájemných překryvů byla využita faktorová analýza.

U každého parataxonu pak byly uvedeny charakteristiky echolokačního hlasu, počet záznamů a jeho rozšíření. Naměřené základní charakteristiky echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů byly mezi sebou porovnány a na základě diskriminační analýzy byla určena pravděpodobnost jejich záměny. Ta byla doplněna o komentář uvádějící další diskriminační kritéria – tvar signálu, počet a charakter harmonických frekvencí, střídání více typů signálu atd. Ke každému parataxonu je přiložen záznam echolokačního hlasu obsahující tři zřetelné signály vyslané během vyhledávací fáze (viz. Příloha 8.1 Sonografy zaznamenaných parataxonů). V závislosti na dostupnosti jsou u mnohých parataxonů uvedeny i lovecké fáze. Tyto vizuální záznamy byly pořízeny v programu Kaleidoscope Pro. U parataxonů, u kterých to bylo možné, byla uvedena druhová příslušnost. Druhově nezařazené parataxony byly označeny zkratkou Sp. a frekvencí, ve které se daný parataxon pohybuje.

V průběhu výzkumu a jeho sepisování došlo u některých taxonů ke změnám systematického řazení. Jmenovitě se jedná o druhy *Laephotis capensis* a *Afronycteris nana*.

V této práci jsou tyto změny ve většině případů reflektovány, ale v některých tabulkách, obrázcích a přílohách se mohou stále vyskytovat staré názvy *Neoromicia capensis* a *Neoromicia nana* (Monadjem *et al.* 2021).

Součástí některých tabulek jsou i kategorie sociálních hlasů, které ale v tomto spise nejsou dále rozebírány. Stejně tak se v tabulkách pro úplnost mohou vyskytovat kategorie NoID a *Myotis* sp., které obsahují směsici hlasů, které nebylo možno přiřadit k žádnému konkrétnímu parataxonu, ale jednotnost mezi sebou také nevykazují. S kategorií NoID nebylo dále počítáno. V průběhu analýzy nahrávek byla tříděna i kategorie Unk 75, nicméně pro velkou podobnost s parataxonem *Afronycteris nana*, byla s tímto parataxonem sloučena. V některých tabulkách se však může vyskytovat odděleně.

3.6 Sezonní změny výskytu a noční aktivita jednotlivých parataxonů

U parataxonů, které umožňovaly kvantitativní analýzy, byly sledovány prostorové a sezonní distribuce a charakter noční aktivity. Charakter noční aktivity byl vyjadřován součtem záznamů příslušného druhu v průběhu každé hodiny daného nočního záznamu. nahrávání. Pro celková hodnocení byly záznamy jednotlivých lokalit vybraného prostorového celku či sezóny sumovány podle jednotlivých hodin, rozdíly byly testovány Wilcoxonovým testem.

3.7 Struktura společenstev a kontextuální faktory

Výsledný datový soubor tvoří soupis počtu záznamů jednotlivých parataxonů ve 120 základních časoprostorových vzorcích (bod – datum, resp. sezona XI a II). Pro všechny vzorky, celkový soubor a dílčí podsoubory vzorků z jarní (IX) a podzimní (II) sezony, resp. severní oblasti (N: územní celky LET a PH) a jižní oblasti (S: územní celky SK a SAT) byly vypočteny základní statistiky (průměr, minimum, maximum, SD, CV, šikmost, špičatost rozdělení) standardních cenologických parametrů (abundance, dominance a frekvence jednotlivých druhů, diversita a ekvitabilita, celkové početnosti vzorku a početnosti čeledí Vespertilionidae a Molossidae včetně poměru abundancí obou skupin).

Jednotlivé vzorky a uvedené pracovní soubory byly srovnávány sérií univariálních, bivariálních a multivariálních technik. Statistický význam odlišností byl testován párovým t-testem, resp. Wilcoxonovým testem a Mann-Whitneyovým U testem.

Podobnost druhového složení jednotlivých vzorků byla kvantifikována Jaccardovým indexem (J_c = podíl počtu druhů přítomných v obou vzorcích ku součtu druhů zastoupených pouze v jednom vzorku), jako index odlišnosti dominantní struktury bylo používáno Bray-Curtisovo kritérium ($BC = 1 - 2c_{12}/(n_1+n_2)$, kde c je suma menších hodnot abundance druhů společných vzorkům 1 a 2 a n jsou celkové abundance vzorků).

Podobnost výskytových dat (přítomnost, dominance) a distribučních charakteristik jednotlivých parataxonů byla dále analyzována sérií multivariačních technik. Primární abundanční data, resp. korelační matice abundančních dat, podobnostní matice Jaccardova indexu a Bray-Curtisova kritéria byly dále analyzovány shlukovou analýzou, analýzou hlavních komponent (PCA) a detrendovou korespondenční analýzou.

K návazným analýzám byla sestavena matice kontextuálních charakteristik jednotlivých vzorků – podrobný přehled je k dispozici v Příloze 8.9. Vedle základních charakteristik (geografické koordináty, oblast (N, S), typ lokality (C, P, S), sezona (II, XI)) jsme zde zařadili vzdálenost k nejbližšímu campu, resp. nejbližším dvou campům a sérii dat poskytnutých řešitelským teamem projektu MOSAIK (Příloha 8.9): hmotnost hmyzu získaného z nočních lapačů, druhová početnost, NDVI včetně série variačních charakteristik, pokryvnost vegetačního krytu jednotlivých pater a druhová diversita jednotlivých vegetačních segmentů, a klimatické charakteristiky (Pysek *et al.* (in litt.)).

Vztah kontextuálních charakteristik a jednotlivých cenologických proměnných byly analyzovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA) a korelační analýzou.

Databázové operace a základní výpočty byly prováděny v programu Microsoft Excel, většina statistických výpočtů byla provedena v programu STATISTICA 13, dílčí cenologické výpočty byly prováděny v programu Past.

Je potřeba zdůraznit, že většina cenologických srovnání byla omezena na soubor FM parataxonů, tj. zástupce čeledí Vespertilionidae, Molossidae a Emballonuridae. Ojedinelé záznamy ostatních skupin nemají při použité metodice reálný representační význam a z většiny analýz byly vyloučeny.

4 Výsledky

4.1 Kontrola metodických postupů

4.1.1 Tvorba referenčních knihoven pro stabilizaci druhového určení

Z důvodu ustálení metodiky manuálního určování a možnosti zpětné kontroly byly vytvořeny tři souhrnné referenční databáze echolokačních hlasů. V databázích jsou uvedeny zaznamenané parataxony a druhy, které odpovídají jejich echolokačním charakteristikám.

A. Echolokační charakteristiky zaznamenaných parataxonů

Byla vytvořena souhrnná databáze echolokačních charakteristik zaznamenaných parataxonů (viz. Příloha 8.3 Echolokační charakteristiky zaznamenaných parataxonů). Databáze obsahuje 25 dobře rozlišitelných parataxonů, jejich druhové určení, parametry signálů a počet měřených sekvencí. Detailnější přehled charakteristik jednotlivých parataxonů lze najít v kapitole 3.5 Přehled zaznamenaných parataxonů.

Tato databáze byla doplněna i o vizuální záznamy sekvencí tří echolokačních signálů charakteristických pro daný parataxon (viz. Příloha 8.1 Sonografy zaznamenaných parataxonů).

B. Echolokační charakteristiky uvedené v literatuře

Pro ustálení metodiky manuálního určování byla vytvořena referenční knihovna charakteristik echolokačních hlasů zaznamenaných druhů. Knihovna obsahuje vypsané parametry signálů z nejčastěji využívané literatury (viz. Příloha 8.2 Echolokační charakteristiky uvedené v literatuře).

C. Echolokační charakteristiky předem určených jedinců

Dohromady bylo zaznamenáno 15 spolehlivě přiřaditelných nahrávek čisté echolokační sekvence od předem určených jedinců 5 druhů (*A. nana*, *P. rusticus*, *Ch. pumilus*, *T. mauritanus*, *S. dinganii*). Jedná se o echolokační sekvence netopýrů vysílané při vzletu a chvíli po něm (Tabulka 1).

Tabulka 1: Echolokační charakteristiky předem určených jedinců získaných odchylem či pozorováním: N = počet jedinců; Fpeak = frekvenční oblast s maximální silou signálu; Fmax = maximální frekvence signálu; Fmin = minimální frekvence signálu; Fc = charakteristická frekvence ve vodorovné či koncové části signálu; Fk = frekvence bodu změny sklonu signálu ze sestupného do pozvolnějšího až vodorovného typu; Dur = celková délka trvání jednoho signálu

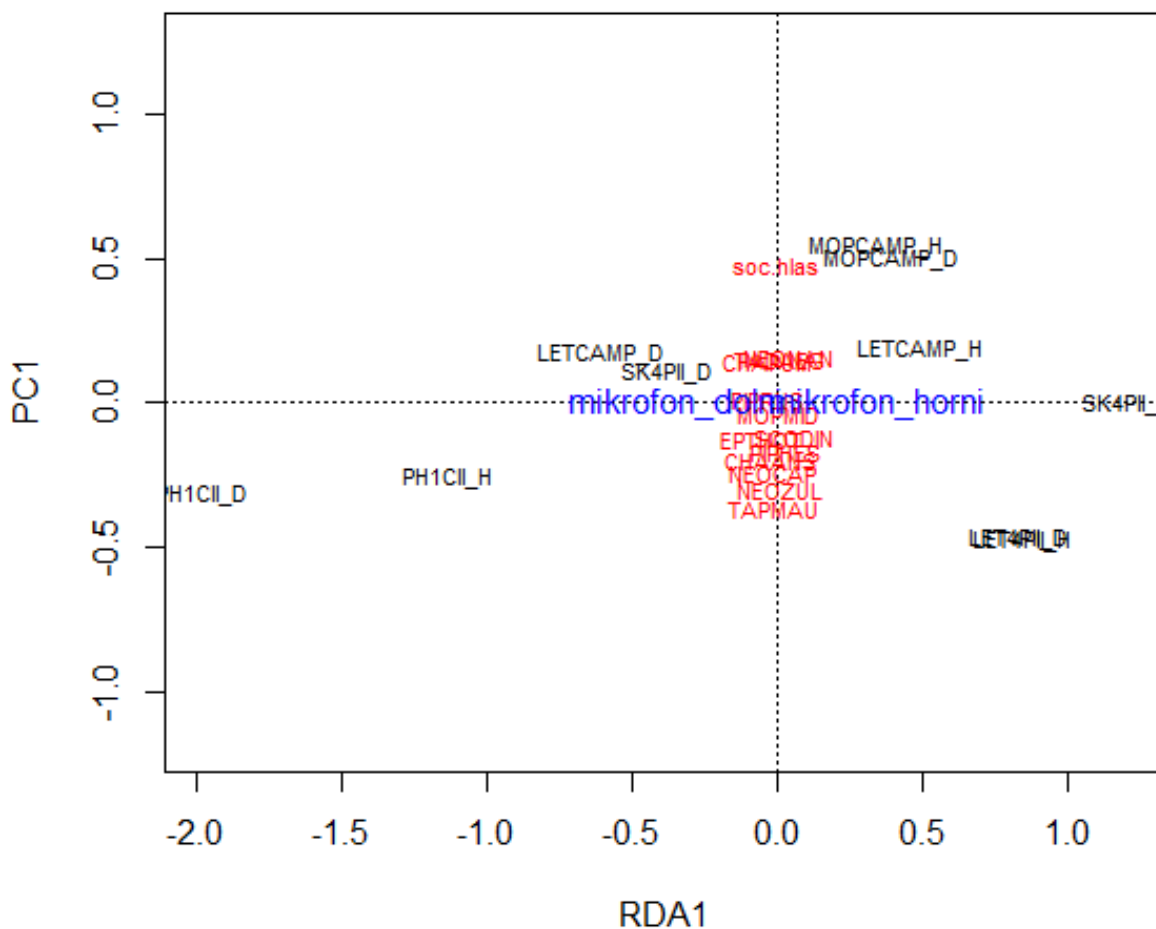
Druh	N	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
<i>A. nana</i>	5	66,7 ± 2,4	109,2 ± 5,1	63,0 ± 2,9	65,7 ± 3,4	69,3 ± 1,8	2,5 ± 0,4
<i>P. rusticus</i>	1	51,0	82,0	48,9	50,7	53,4	2,5
<i>Ch. pumilus</i>	2	24,8 ± 1,0	28,6 ± 2,0	25,0 ± 0,5	26,2 ± 0,9	27,4 ± 1,5	3,8 ± 1,3
<i>T. mauritanus</i>	5	26,3 ± 0,7	27,6 ± 0,9	25,3 ± 0,4	26,8 ± 0,4	28,5 ± 1,0	3,4 ± 0,5
<i>S. dinganii</i>	2	35,5 ± 1,1	27,6 ± 0,1	34,0 ± 1,0	34,2 ± 1,0	36,3 ± 2,8	2,3 ± 0,1

4.1.2 Vhodnost umístění mikrofonu

Po porovnání 18 párů složek nahrávek zaznamenaných horním a dolním mikrofonem vychází rozdíl v celkovém počtu záznamů neprůkazný (párový t-test, $t(df = 17) = -1,7399$, $p = 0,09994$). Stejně neprůkazný vychází i porovnání čistých záznamů (použitelných pro určování netopýrů, bez šumu) z obou výšek (párový t-test, $t(df = 17) = 1,3975$, $p = 0,1802$).

Rozdílně však vychází přítomnost šumu v záznamech, která je u níže umístěných detektorů podstatně vyšší (Wilcoxonův test, $V = 10,5$, $p = 0,001172$). Průměrně připadá na jeden běžně umístěný mikrofon (4 m) 21 % nekvalitních záznamů (šum), na níže umístěné (1,2 m) připadá až 38 % vyřazených záznamů. Velmi častou příčinou znehodnocení záznamu byla stridulace rovnokřídlého hmyzu.

Redundanční analýza (RDA) vlivu umístění mikrofonu provedená na 5 párech složek s analyzovanými záznamy ukázala jen 0,96% vliv na zaznamenanou variabilitu společenstva (Obrázek 8). Vliv umístění detektoru na záznam společenstva je tak v porovnání s ostatními vlivy zanedbatelný. Jako náhodný se jeví i rozdíl v přítomnosti zaznamenaných druhů mezi horním a dolním mikrofonem (Permutační test pro RDA, $p = 0,909$). Bylo by však vhodné stejnou analýzu zopakovat i na větším počtu párů.



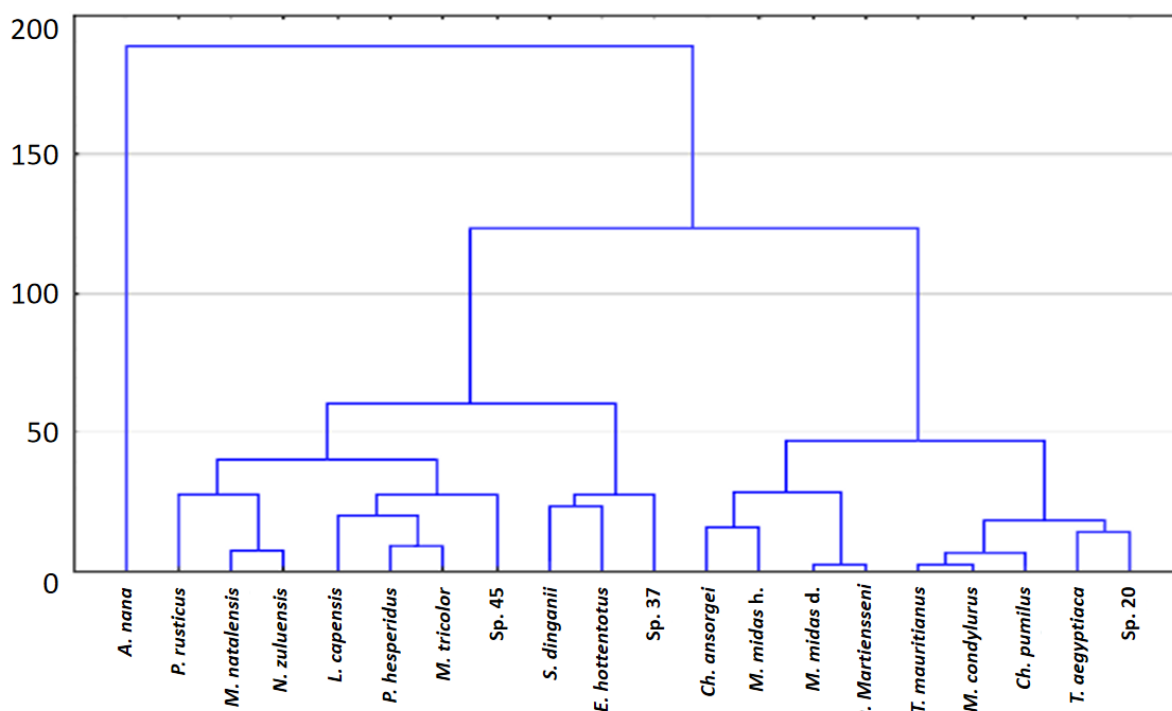
Obrázek 8: Vztah mezi umístěním mikrofonu a variabilitou společenstva.

4.2 Přehled zaznamenaných parataxonů

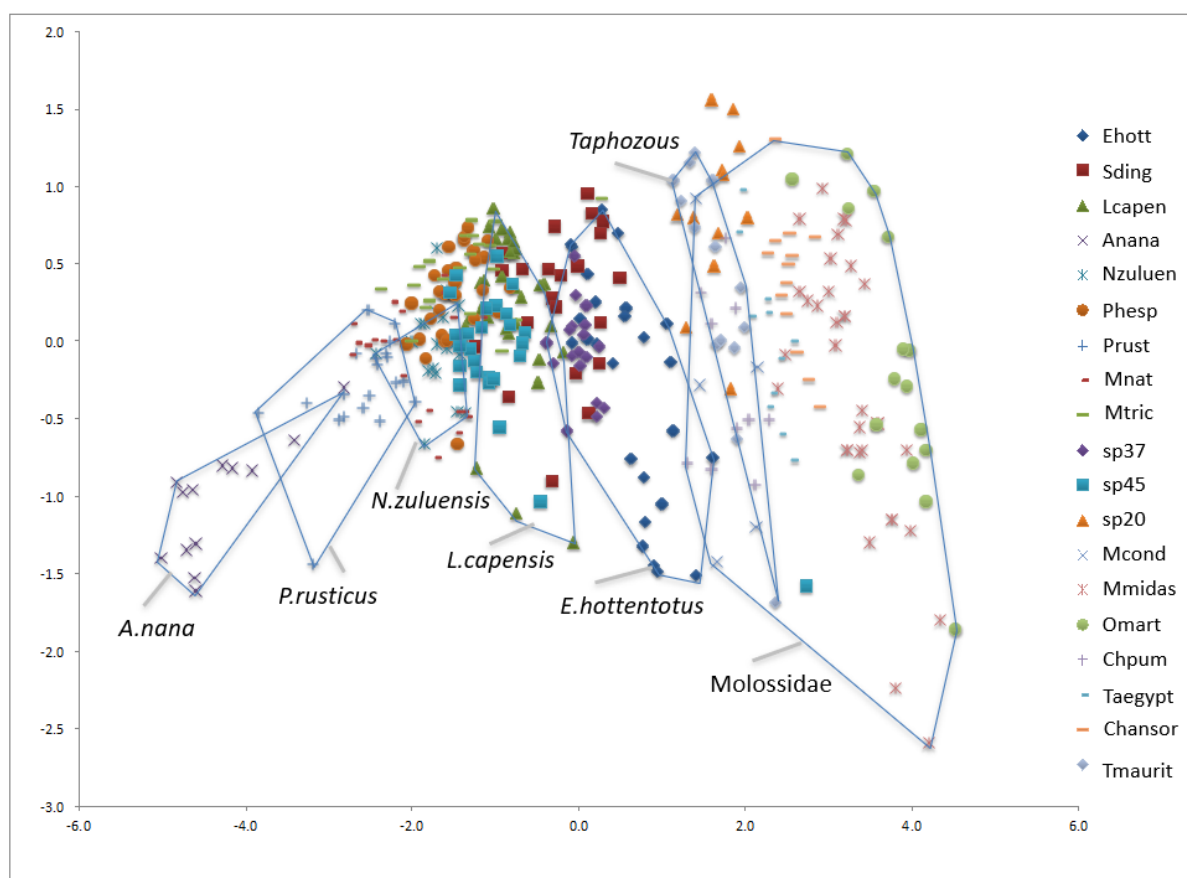
V průběhu výzkumu bylo na sledovaných bodech zaznamenáno celkem 94 310 nahrávek. Jejich analýzou bylo získáno množství 130 888 záznamů netopýrů. Z tohoto množství tvořily 116 623 záznamy echolokačních hlasů a 14 261 záznamy komunikačních sociálních hlasů.

V jižní části KNP bylo za obě sezóny zaznamenáno 57 047 nahrávek s echolokačními hlasy, v severní části toto množství čítalo 59 576 záznamů. Mezi sezonní počty činily 54 208 záznamů echolokace z období listopadu a prosince a 62 415 záznamů z období února a března.

Tyto záznamy echolokačních hlasů byly roztrženy celkem do 25 akustických parataxonů – 22 parataxonů bylo možné s vysokou pravděpodobností přiřadit k jednotlivým druhům, u tří parataxonů je druhová příslušnost nejistá (souhrnná tabulka příloha 8.3).



Obrázek 9: Podobnost jednotlivých akustických parataxonů FM-forem podle absolutních průměrných hodnot akustických charakteristik jejich echolokačních hlasů. Manhattan distance, UPGMA.



Obrázek 10: Výsledky faktorové analýzy (PCA: F1 vs. F2) souboru akustických parametrů echolokačních hlasů v reprezentativních analyzovaných záznamech: hodnoty faktorových skóre jednotlivých akustických parataxonů.

Některé skupiny parataxonů vykazují mnohdy nemalé podobnosti v základních charakteristikách (Obrázek 9), při identifikaci proto bylo nutné vzít v potaz i doplňující diskriminační kritéria. S ohledem ke zvýšené pravděpodobnosti překryvu či nízkému počtu záznamů jsou takovéto parataxony pro další analýzu sdružovány do společných sběrných skupin (Obrázek 10).

4.2.1 *Afronycteris nana*

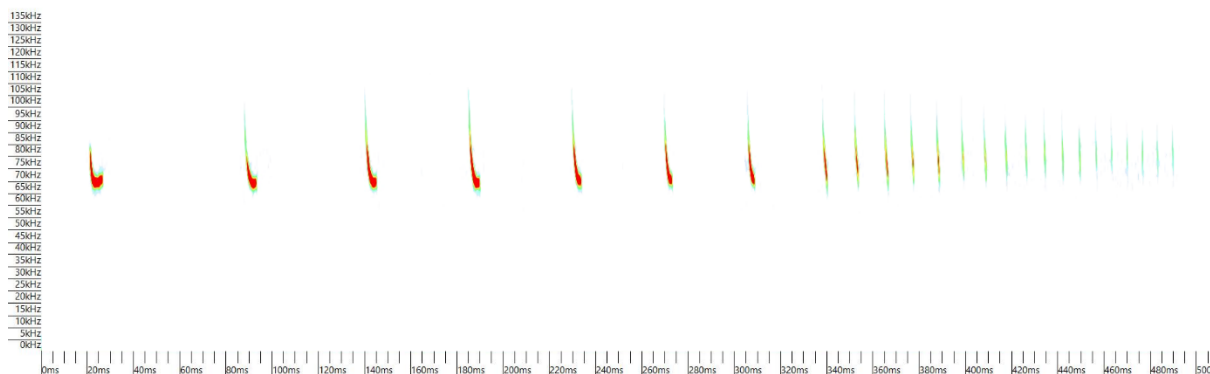
Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Afronycteris nana* jsou shrnuty v Tabulce 2. Charakteristické jsou vysoké hodnoty všech frekvenčních parametrů. Frekvence signálu na počátku prudce klesá, konec signálu má tvar patky, která se na konci může zvedat, a tvořit tak oblouček (typ FM-QCF). Harmonické frekvence nejsou patrné.

Vzhledem k vysoké echolokační frekvenci je odlišení tohoto parataxonu a jeho identifikace s druhem *Afronycteris nana* v naprosté většině případů celkem jednoznačná. Zaznamenané akustické parametry (Tabulka 2, Obrázek 11) odpovídají takřka v plném rozsahu údajům referenční databáze echolokačních charakteristik tohoto druhu. Pravděpodobnost správného určení je takřka 100 %. Nicméně rozmezí výskytu maximální frekvence (F_{peak}) je natolik široké, že je otázkou, zda akustický parataxon *A. nana* fakticky nezahrnuje dva odlišné druhy.

Tabulka 2: Echolokační charakteristiky parataxonu *Afronycteris nana* (dle 32 plně reprezentativních záznamů).

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	68,79	79,60	66,75	67,24	69,21	3,88
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,84	10,27	3,90	3,84	4,31	0,77
MIN	64,93	56,58	52,67	53,73	53,91	2,40
MAX	71,65	100,95	70,02	70,68	74,57	5,66
MEDIAN	69,15	78,95	68,34	68,65	70,50	3,98
ŠPIČATOST	-0,52	-0,02	-2,30	-2,25	-2,11	0,21
COEFICIENT VAR.	0,03	0,13	0,06	0,06	0,06	0,20
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	2,88	14,74	2,49	2,48	3,14	0,95

K akustickému parataxonu *A. nana* bylo přiřazeno celkem 10 665 záznamů – 5 735 z jižní části, 4 930 ze severní části KNP. Jeho výskyt byl zaznamenán celkem na 45 bodech: v období listopadu a prosince na 29 bodech (13 z jižní části a 16 ze severní části KNP), v únoru a březnu na 43 bodech (24 v jižní části a 19 v severní části KNP).



Obrázek 11: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *A. nana*.

4.2.2 *Pipistrellus rusticus*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Pipistrellus rusticus* jsou shrnuty v Tabulce 3. Frekvence na počátku signálu prudce klesá, poté přechází do mírně klesající až vodorovné podoby (typ WFM). Signál je tupě paličkovitě zakončen. Harmonické frekvence většinou nejsou patrné (Obrázek 12).

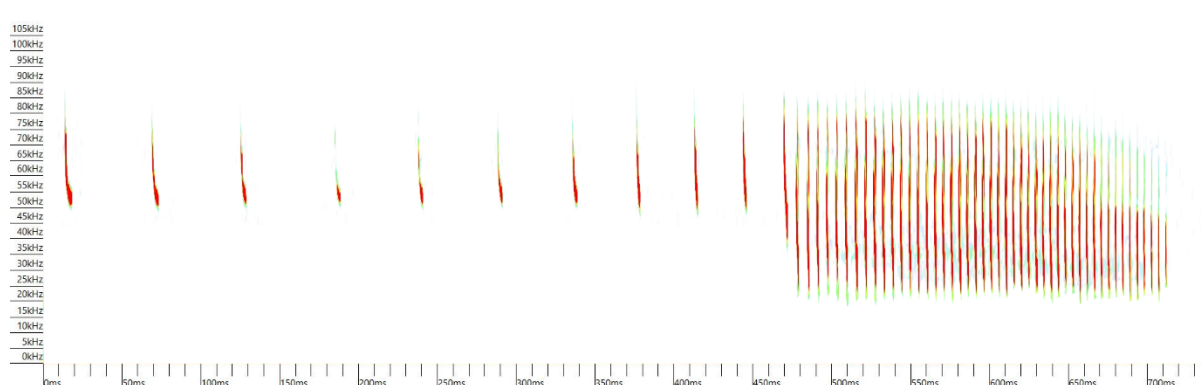
Akustické parametry parataxonu odpovídají velmi dobře referenčním záznamům druhu *Pipistrellus rusticus*. Pravděpodobnost správného určení parataxonu na základě diskriminační analýzy akustických parametřů reprezentativního souboru echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů se pohybuje kolem 75 %. V jednotlivých případech nelze vyloučit záměnu s parataxonem *Miniopterus natalensis* (pravděpodobnost záměny podle diskriminační analýzy činí přibližně 6 %). Podobnost frekvenčních parametrů je zřejmá rovněž v případě parataxonu *Neoromicia zuluensis*, který se ovšem liší tvarem signálu a soustředěním energie hlasu do terminální frekvence. V některých pramenech jsou nepřilíživě odlišné echolokační charakteristiky přisuzovány i druhu *Pipistrellus hesperidus* (Monadjem *et al.* 2020).

Tabulka 3: Echolokační charakteristiky parataxonu *Pipistrellus rusticus*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	52,96	69,13	51,55	51,92	54,20	4,12

SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,85	11,26	1,72	1,73	2,31	1,02
MIN	49,65	55,76	48,74	48,89	50,26	2,42
MAX	57,09	94,57	54,22	54,73	58,38	7,00
MEDIAN	52,73	67,61	51,64	52,09	54,10	4,09
ŠPIČATOST	0,01	0,85	-0,09	-0,24	-0,01	0,70
COEF. VAR.	0,03	0,16	0,03	0,03	0,04	0,25
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	2,92	12,63	3,05	2,78	3,75	0,90

Akustický parataxon *Pipistrellus rusticus* byl celkem identifikován v 3 291 nahrávkách – 2705 záznamů pochází z jižní části, 586 záznamů ze severní části KNP. Dohromady byl zaznamenán na 56 lokalitách: v období podzimu na 39 bodech (26 v jižní části a 13 v severní části KNP), v únoru a březnu na 54 bodech (30 v jižní části a 24 v severní části KNP).



Obrázek 12: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Pipistrellus rusticus*.

4.2.3 *Miniopterus natalensis*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Miniopterus natalensis* jsou shrnuty v Tabulce 4. Echolokační frekvence na počátku signálu prudce klesá, posléze pokles zpomaluje do tvorby patičky. Na konci signálu dochází ke zvýšení frekvence a tvorbě obloučku (typ FM-QCF). Harmonické frekvence většinou nejsou patrné (Obrázek 13).

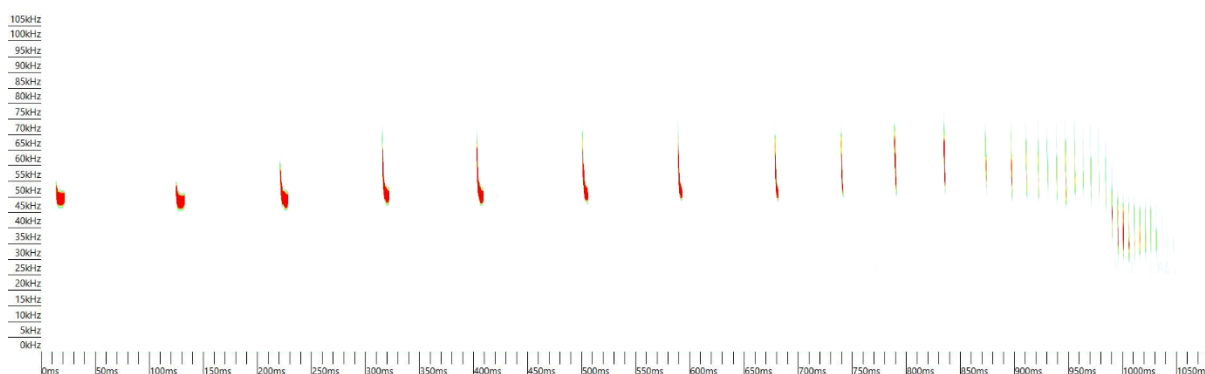
S ohledem na údaje referenčních zdrojů byl tento parataxon přiřazen druhu *Miniopterus natalensis*. Pravděpodobnost správného určení parataxonu na základě diskriminační analýzy akustických parametrů reprezentativního souboru echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů se pohybuje kolem 37 %. Vyloučit nelze možnost záměny s druhem *Pipistrellus rusticus*

a zejména *Neoromicia zuluensis* (srv. zesílení energie hlasu v terminální fázi výkřiku). Pravděpodobnost záměny pro každý z uvedených parataxonů zde podle diskriminační analýzy činí přibližně 16 %.

Tabulka 4: Echolokační charakteristiky parataxonu *Miniopterus natalensis*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	49,77	58,70	48,63	48,96	49,92	4,32
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,35	8,23	1,90	1,93	2,08	1,40
MIN	47,79	47,34	43,06	43,47	43,77	2,44
MAX	51,54	76,12	50,96	51,29	52,09	6,86
MEDIAN	49,84	56,82	48,83	49,07	50,35	4,13
ŠPIČATOST	-0,09	0,78	-1,51	-1,41	-1,53	0,46
COEF. VAR.	0,03	0,14	0,04	0,04	0,04	0,33
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	2,59	9,58	2,34	2,33	2,34	2,52

Parataxon *Miniopterus natalensis* byl zaznamenán celkem v 293 nahrávkách – 258 z jižní části a 35 ze severní části KNP, dohromady na 22 lokalitách. V období listopadu a prosince byl nalezen na 9 bodech (6 bodů v jižní části a 3 bod v severní části KNP), v únoru a březnu byl nalezen na 16 lokalitách (11 v jižní části a 5 v severní části KNP).



Obrázek 13: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Miniopterus natalensis*.

4.2.4 *Neoromicia zuluensis*

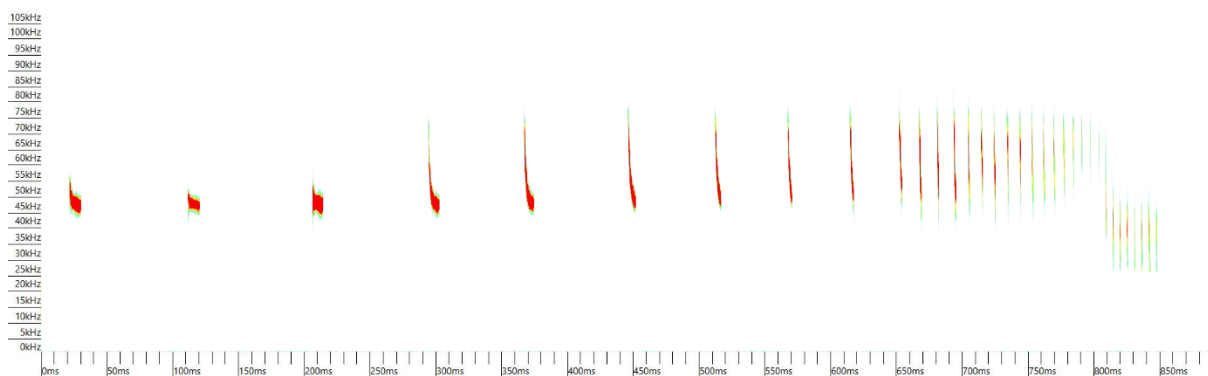
Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Neoromicia zuluensis* jsou shrnuty v Tabulce 5. Frekvence na začátku signálu prudce klesá, posléze signál přechází do mírně klesající až vodorovné podoby. Na konci může dojít k mírnému zvednutí frekvence a tvorbě obloučku (typ WFM až FM-QCF). Na úplném konci signálu se někdy vyskytuje krátký klesající ocásek (Obrázek 14). Harmonické frekvence většinou nejsou patrné.

Na základě referenčních zdrojů byl tento parataxon určen jako druh *Neoromicia zuluensis*. Pravděpodobnost správného určení parataxonu na základě diskriminační analýzy akustických parametrů reprezentativního souboru echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů se pohybuje kolem 50 %, nicméně je zde 28% pravděpodobnost záměny s parataxonem Sp. 45, jehož druhová příslušnost není jistá a může se jednat o stejný druh. Nelze vyloučit záměnu s druhem *Miniopterus natalensis* (pravděpodobnost záměny podle diskriminační analýzy činí přibližně 13 %), případně s níže echolokujícím druhem *Pipistrellus hesperidus*.

Tabulka 5: Echolokační charakteristiky parataxonu *Neoromicia zuluensis*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	47,58	58,32	46,82	47,07	48,45	4,60
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,30	8,28	1,29	1,32	1,38	1,41
MIN	45,60	48,97	44,34	44,78	45,91	2,27
MAX	49,87	75,70	49,21	49,50	51,37	8,73
MEDIAN	47,00	54,24	46,68	46,94	48,55	4,45
ŠPIČATOST	0,37	0,76	0,22	0,29	0,14	1,23
COEF. VAR.	0,03	0,14	0,03	0,03	0,03	0,31
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,87	13,27	1,89	2,03	2,03	1,39

Bylo pořízeno celkem 3 635 záznamů tohoto parataxonu – 1 808 záznamů pochází z jižní části a 1 827 záznamů ze severní části KNP. Dohromady byl jeho výskyt zaznamenán na 57 lokalitách: v období listopadu a prosince byl zaznamenán na 41 bodech (18 v jižní části a 23 v severní části KNP). V únoru a březnu byl přítomen na 53 bodech (27 v jižní části a 26 v severní části KNP)



Obrázek 14: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Neoromicia zuluensis*.

4.2.5 *Pipistrellus hesperidus*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Pipistrellus hesperidus* jsou shrnuty v Tabulce 6. Echolokační signál je charakteristický prudkým poklesem frekvence v jeho počáteční fázi, ke konci tvoří signál tupě zakončenou paličku (typ WFM). Od *Laephotis capensis* se liší vyšší echolokační frekvencí. Druhá harmonická frekvence může být vidět (Obrázek 15).

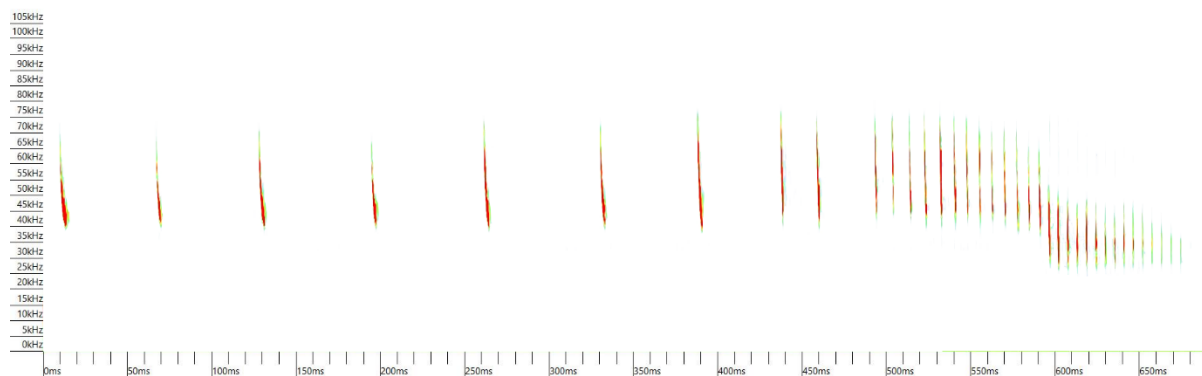
S ohledem na údaje referenčních zdrojů byl tento parataxon přiřazen druhu *Pipistrellus hesperidus*. Pravděpodobnost správného určení parataxonu na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů se pohybuje kolem 53 %. Je zde nezanedbatelná pravděpodobnost záměny s druhem *L. capensis* (pravděpodobnost záměny podle diskriminační analýzy činí přibližně 13 %), s menší pravděpodobností mohlo dojít za záměnu s druhem *N. zuluensis*.

Tabulka 6: Echolokační charakteristiky parataxonu *Pipistrellus hesperidus*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	42,92	62,61	40,87	41,15	43,43	3,56
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,01	9,43	1,75	1,68	1,80	0,91
MIN	40,92	47,32	33,95	34,50	38,48	2,32
MAX	45,15	80,37	44,02	44,22	49,22	6,83
MEDIAN	42,87	61,45	40,94	41,35	43,26	3,32
ŠPIČATOST	0,40	0,26	-1,73	-1,73	0,54	1,46

COEF. VAR.	0,02	0,15	0,04	0,04	0,04	0,26
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,38	15,66	1,57	1,74	1,82	1,29

Bylo pořizeno celkem 3254 záznamů tohoto parataxonu – 1 934 záznamů z jižní části a 1 320 záznamů ze severní části KNP. Jeho výskyt byl zaznamenán celkem na 58 lokalitách. V listopadu a prosinci byl nalezen na 44 bodech (21 v jižní části a 23 v severní části KNP), v únoru a březnu byl zaznamenán na 57 lokalitách.



Obrázek 15: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Pipistrellus hesperidus*.

4.2.6 *Laephotis capensis*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Laephotis capensis* jsou shrnuty v Tabulce 7. Signál je charakteristický prudkým poklesem na jeho začátku, ke konci signálu je pokles mírnější a tvoří tupě zakončenou patku (typ WFM). Ta se může na konci mírně zvedat do obloučku. Harmonické frekvence většinou nejsou patrné (Obrázek 16).

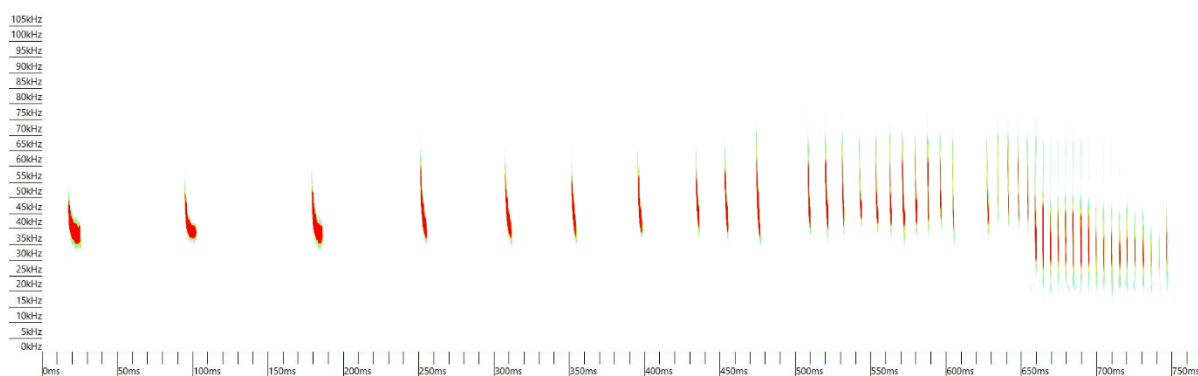
Akustické parametry parataxonu odpovídají velmi dobře referenčním záznamům druhu *Laephotis capensis*. Pravděpodobnost správného určení parataxonu na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů se pohybuje kolem 57 %, nicméně dalších 9 % tvoří pravděpodobnost záměny s parataxonem Sp. 37, jehož druhová příslušnost není jistá a nejspíš se bude jednat o stejný druh. Je zde možná záměna za frekvenčně výše echolokující druh *Pipistrellus hesperidus* (pravděpodobnost záměny podle diskriminační analýzy činí přibližně 13 %).

Tabulka 7: Echolokační charakteristiky parataxonu *Laephotis capensis*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	39,96	53,50	38,70	38,92	40,55	4,80

SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,40	7,70	1,62	1,55	1,64	1,90
MIN	37,34	44,01	35,04	35,97	37,10	2,34
MAX	43,65	77,53	42,80	42,94	44,72	10,98
MEDIAN	40,40	51,02	38,90	38,98	40,65	4,42
ŠPIČATOST	0,25	1,50	0,08	0,30	0,15	1,60
COEF. VAR.	0,03	0,14	0,04	0,04	0,04	0,40
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,52	8,08	1,69	1,61	2,07	1,65

Celkový počet záznamů tohoto parataxonu činí 6 476 nahrávek – 2 973 záznamů pochází z jižní části a 3 503 záznamů ze severní části KNP. Tento parataxon byl dohromady zaznamenán na všech lokalitách. V podzimním období se vyskytoval na 55 lokalitách (27 v jižní části a 28 v severní části KNP), v jarním období byl nalezen na 59 bodech.



Obrázek 16: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Laephotis capensis*.

4.2.7 *Myotis tricolor*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Myotis tricolor* jsou shrnuty v Tabulce 8. Echolokační signál je charakteristický strmým poklesem frekvence bez patkovitého zakončení (typ STFM). V záznamu může být přítomna druhá harmonická frekvence.

Na základě charakteristik uvedených v referenční databázi byl tento parataxon určen jako druh *Myotis tricolor*. Pravděpodobnost správného odlišení parataxonu na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů se pohybuje kolem 47 %. Možná záměna mohla nastat s přibližovací fází lovu jiných druhů

pohybujících se v podobném frekvenčním rozmezí – *L. capensis* (pravděpodobnost záměny podle diskriminační analýzy činí přibližně 4 %), *P. hesperidus* (záměna podle diskriminační analýzy přibližně v 35 %), *E. hottentotus* (pravděpodobnost záměny přibližně 9 %).

Tabulka 8: Echolokační charakteristiky parataxonu *Myotis tricolor*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	42,45	60,08	38,26	41,82	46,27	3,29
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	4,99	9,51	4,71	6,45	9,86	0,96
MIN	26,94	42,87	25,87	35,00	37,56	2,16
MAX	49,47	78,26	47,67	58,59	72,28	5,59
MEDIAN	43,52	60,92	38,31	39,99	43,05	3,02
ŠPIČATOST	-1,71	0,15	-0,84	1,54	1,98	0,97
COEF. VAR.	0,12	0,16	0,12	0,15	0,21	0,29
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	3,69	12,38	4,03	3,92	5,74	1,25

Akustický parataxon *M. tricolor* byl celkem identifikován v 267 nahrávkách – 250 nahrávek pochází z jižní části, 17 nahrávek ze severní části KNP. Jeho přítomnost byla zaznamenána dohromady na 35 lokalitách. V období listopadu a prosince byl nahrán na 19 bodech (12 v jižní části a 6 v severní části KNP), v únoru a březnu byl nalezen na 26 bodech (23 v jižní části a 3 v severní části KNP).

4.2.8 *Scotophilus dinganii*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Scotophilus dinganii* jsou shrnuty v Tabulce 9. Pro tento parataxon je typický strmý krátký signál se zaobleným tupým zakončením (typ WFM). V koncové fázi nedochází ke zpětnému zdvihnutí frekvence ani k poklesu do ostrého zakončení, jako u druhu *Eptesicus hottentotus*. Přibližovací fáze lovu a feeding buzz nebyly zaznamenány. V záznamu je často přítomná druhá harmonická frekvence.

Na základě referenčních zdrojů je tento parataxon prisuzován druhu *Scotophilus dinganii*. Pravděpodobnost správného odlišení parataxonu je na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů 71 %. Nicméně pro svou

specifitu hlasu je odhadovaná pravděpodobnost správného odlišení vyšší. V minimu případů mohl být tento druh zaměněn za druh *E. hottentotus*, případně za parataxon Sp. 37 (záměna podle diskriminační analýzy přibližně ve 3 %).

Tabulka 9: Echolokační charakteristiky parataxonu *Scotophilus dinganii*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	34,69	55,73	32,57	32,83	34,69	5,45
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	5,51	9,65	1,48	1,49	1,94	1,63
MIN	30,49	41,53	29,34	29,40	30,20	3,44
MAX	63,32	77,77	35,98	36,08	38,10	9,25
MEDIAN	33,85	55,00	32,46	32,83	34,70	5,13
ŠPIČATOST	4,78	0,51	0,35	0,20	-0,14	0,67
COEF. VAR.	0,16	0,17	0,05	0,05	0,06	0,30
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,95	11,42	1,79	2,09	2,89	2,51

Celkový počet záznamů akustického parataxonu *S. dinganii* čítá 5 081 nahrávek – 3 030 záznamů pochází z jižní části a 2 051 záznamů ze severní části KNP. Tento parataxon byl zaznamenán na všech 60 lokalitách: v období února a března byl zaznamenán na 57 lokalitách (27 v jižní části, 30 v severní části KNP), v listopadu a prosinci byl zaznamenán na 59 lokalitách.

4.2.9 *Eptesicus hottentotus*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Eptesicus hottentotus* jsou shrnuty v Tabulce 10. Pro tento parataxon je charakteristický strmý signál, který ke konci tvoří mírnou patičku se strmým ostrým zakončením (typ WFM). Často bývá přítomna druhá harmonická frekvence (Obrázek 17).

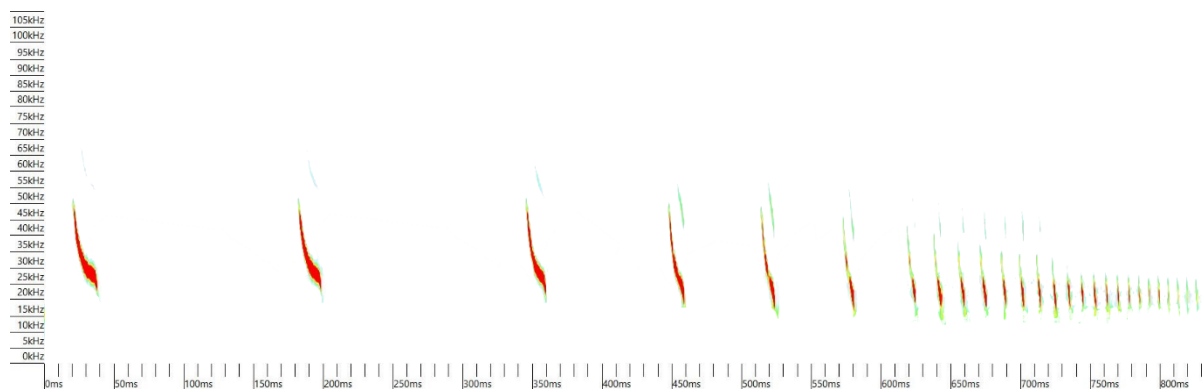
Na základě referenčních zdrojů je tomuto parataxonu přisuzován druhu *Eptesicus hottentotus*. Pravděpodobnost správného odlišení parataxonu je na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů přibližně 76 %. Výsledek může být zkreslen občasnou vysokou abundancí echolokačních i sociálních hlasů druhu *Chaerephon pumilus* (případně *Mops condylurus*), které při velkém počtu jedinců na

lovišti nabíraly podobných hodnot (pravděpodobnost záměny v 5 %). Dle diskriminační analýzy je až 17% pravděpodobnost záměny s druhem *S. dinganii*, nicméně pro odlišný vzhled vizualizovaného záznamu je odhadovaná pravděpodobnost záměny výrazně nižší.

Tabulka 10: Echolokační charakteristiky parataxonu *Eptesicus hottentotus*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	31,55	46,97	28,72	30,78	32,91	9,92
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	2,48	5,04	2,52	2,06	2,55	2,96
MIN	25,68	34,57	22,50	26,15	27,36	4,22
MAX	37,55	56,85	32,92	35,40	38,65	16,23
MEDIAN	31,58	47,31	29,14	30,64	32,55	10,31
ŠPIČATOST	0,10	-0,38	-0,37	0,12	0,19	-0,18
COEF. VAR.	0,08	0,11	0,09	0,07	0,08	0,30
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	3,23	5,91	3,95	2,54	3,62	4,41

Celkem byl tento akustický parataxon identifikován v 18 203 nahrávkách z obou sezón – 7 751 záznamů bylo zaznamenáno v jižní části, 10 451 v severní části KNP. Tento parataxon byl zaznamenán dohromady na 59 lokalitách. Na 58 lokalitách byl nalezen v období února a března, v období listopadu a prosince byl zaznamenán pouze na 29 lokalitách (16 v jižní části, 13 v severní části KNP).



Obrázek 17: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Eptesicus hottentotus*.

4.2.10 *Taphozous mauritanus*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Taphozous mauritanus* jsou shrnuty v Tabulce 11. Ve vyhledávací fázi má jeho signál spíše stálou nebo mírně klesající frekvenci, na počátku může být frekvenční pokles výraznější (typ QCF nebo NFM). Přibližovací fáze hlasu je specifická výrazným poklesem frekvence v koncové části signálu, který slouží jako dobrý rozpoznávací znak. Signál je charakteristický častým výskytem až čtyř harmonických frekvencí, kromě využívané frekvence 25 kHz, tak můžeme vidět signál v oblasti kolem 13 kHz, 38 kHz a 50 kHz). Ve většině případů se vyskytuje jedna až dvě další harmonické frekvence, vzácněji žádná (Obrázek 18).

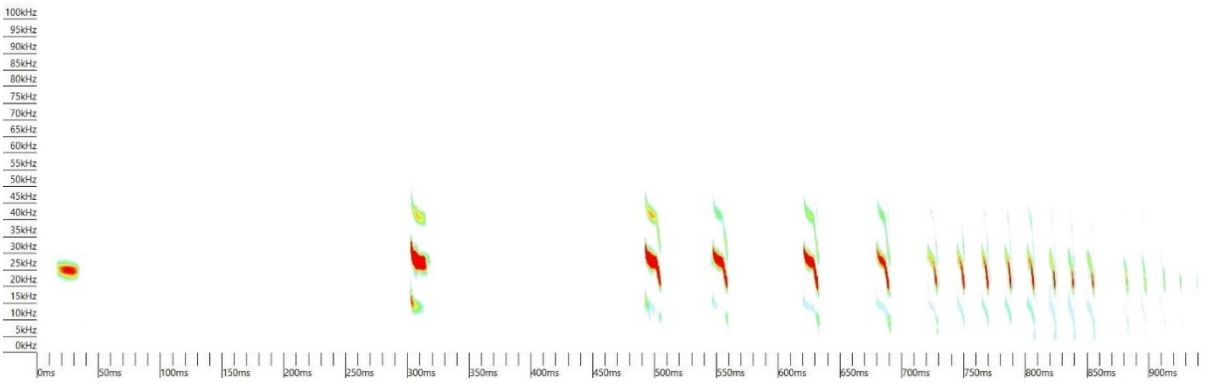
Tento akustický parataxon byl na základě referenčních zdrojů určen jako druh *Taphozous mauritanus*. Pravděpodobnost správného odlišení parataxonu je na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů uváděna jako 41 %. Nicméně v přítomnosti dalších harmonických frekvencí je tento druh v podstatě nezaměnitelný. V nepřítomnosti harmonických frekvencí může dojít k záměně za některý druh z čeledi Molossidae (*Chaerephon pumilus* nebo *Mops condylurus*) s pravděpodobností až 9 %.

Tabulka 11: Echolokační charakteristiky parataxonu *Taphozous mauritanus*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	25,50	26,58	25,01	25,22	25,75	8,07
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,02	1,64	0,98	1,07	1,25	2,61
MIN	23,89	23,39	22,13	22,32	22,60	4,54
MAX	27,49	29,60	26,72	26,94	28,04	15,79
MEDIAN	25,49	26,23	25,21	25,37	25,65	8,18
ŠPIČATOST	0,17	0,18	-0,73	-0,51	-0,18	1,06
COEF. VAR.	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,32
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,52	2,63	1,49	1,66	1,86	2,86

Celkem bylo nahráno 3 183 záznamů akustického parataxonu *T. mauritanus* – 1 956 záznamů pochází z jižní části, 1 227 záznamů pochází ze severní části KNP. Dohromady byl parataxon zaznamenán na 57 lokalitách: v období listopadu a prosince byl nahrán na 30

lokalitách (13 v jižní části a 17 v severní části KNP). V období února a března byl nalezen na 56 bodech (30 v jižní části a 26 v severní části KNP).



Obrázek 18: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Taphozous mauritanus*.

4.2.11 Molossidae

Mezi zaznamenanými akustickými parataxony bylo nalezeno 6 druhů z čeledi Molossidae. Rozlišení těchto druhů bylo kvůli částečnému překryvu echolokačních charakteristik v mnoha případech problematické. I z důvodu podobných ekologických nároků je tak v některých dalších analýzách pracováno s celou čeledí dohromady.

4.2.12 *Mops condylurus*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Mops condylurus* jsou shrnuty v Tabulce 12. Signál je typický nízkým frekvenčním rozpětím. Dochází k poklesu frekvence na počátku signálu, ten postupně přechází až do vodorovné fáze (typ QCF až NFM). Druhá harmonická frekvence může být přítomna (kolem 48 kHz) (Obrázek 19).

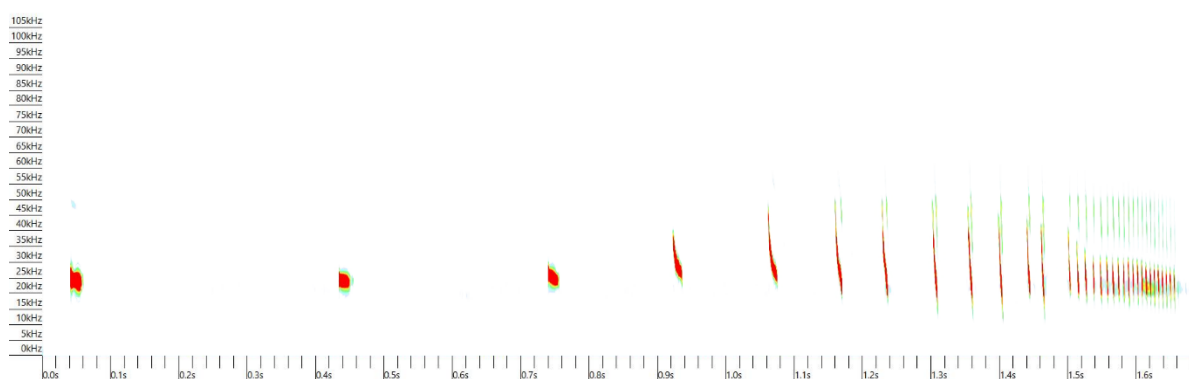
Tento parataxon byl na základě referenční databáze určen jako druh *Mops condylurus*, nicméně pravděpodobně jsou jeho záznamy kvůli špatnému odlišení sloučeny se záznamy druhu *Chaerephon pumilus*.

Tabulka 12: Echolokační charakteristiky parataxonu *Mops condylurus*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	25,30	27,69	24,92	25,28	26,05	9,01
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,39	3,35	1,24	1,31	1,65	2,76

MIN	23,72	24,40	23,27	23,60	24,06	4,17
MAX	28,55	40,21	28,08	28,44	31,04	13,85
MEDIAN	25,23	26,91	24,81	25,07	25,81	9,70
ŠPIČATOST	1,09	2,65	0,72	0,88	1,65	-0,14
COEF. VAR.	0,05	0,12	0,05	0,05	0,06	0,31
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,67	3,09	1,69	1,64	1,65	3,26

Celkový počet záznamů tohoto akustického parataxonu činí 1 357 nahrávek – 1 134 záznamů pochází z jižní části a 223 záznamů ze severní části KNP.



Obrázek 19: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Mops condylurus*.

4.2.13 *Chaerephon pumilus*

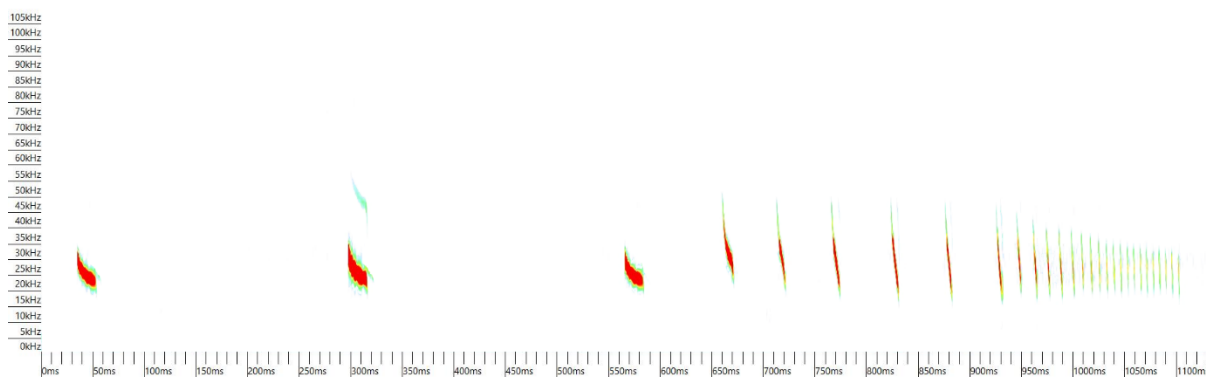
Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Chaerephon pumilus* jsou shrnuty v Tabulce 13. Pro tento parataxon je typický prudší pokles frekvence na počátku signálu a jeho postupné zmírnění (typ NFM). Na konci signálu bývá vidět prudce klesající ocásek (Obrázek 20). Šířka frekvenčního rozpětí se v závislosti na prostředí mění a může tvořit i více než 10 kHz. Druhá harmonická frekvence může být přítomna (kolem 45 kHz).

Podle vzoru hlasů v referenční databázi byl tento parataxon určen jako druh *Chaerephon pumilus*, nicméně je pravděpodobně sloučen se záznamy druhu *Mops condylurus*. Na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů je pravděpodobnost správného odlišení parataxonu přibližně 38 %. Je zde možná záměna za druh *T. aegyptiaca*, ale i za *E. hottentotus* (kolem 3 %).

Tabulka 13: Echolokační charakteristiky parataxonu *Chaerephon pumilus*. Podle 34 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	24,78	30,99	24,11	24,65	25,61	9,83
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,26	4,55	1,36	1,54	1,71	2,38
MIN	22,47	25,80	21,48	21,83	22,49	4,96
MAX	28,62	44,35	27,76	28,21	30,68	14,07
MEDIAN	24,35	29,73	23,89	24,29	25,16	9,75
ŠPIČATOST	0,72	1,10	0,84	0,76	1,05	-0,14
COEF. VAR.	0,05	0,15	0,06	0,06	0,07	0,24
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,62	5,70	1,30	1,47	1,82	3,83

Akustický parataxon *Chaerephon pumilus* byl celkem identifikován ve 25 653 nahrávkách – 9 588 záznamů z jižní části, 16 065 záznamů ze severní části KNP. Dohromady byl tento parataxon nalezen na všech 60 lokalitách. V podzimním termínu nebyl zaznamenán na dvou lokalitách (jedna v severní části a druhá v jižní části KNP).



Obrázek 20: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Chaerephon pumilus*.

4.2.14 *Tadarida aegyptiaca*

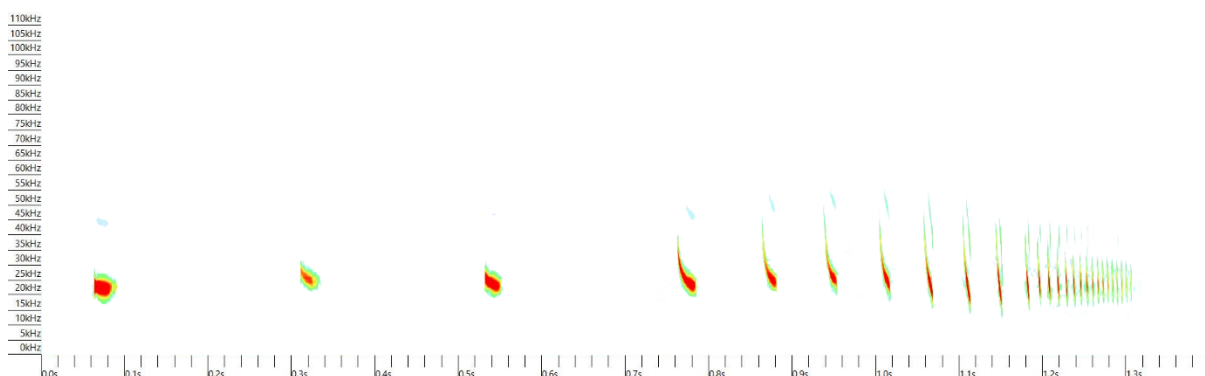
Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Tadarida aegyptiaca* jsou shrnuty v Tabulce 14. Pro jeho signál je typický mírně klesající, povětšinou tupě zakončený tvar (typ QCF až NFM). Začátek signálu může být příkřejší a ostřejší (Obrázek 21). Vzácně se objevuje druhá harmonická frekvence (kolem 45 kHz).

S ohledem na údaje referenčních zdrojů byl tento parataxon přiřazen druhu *Tadarida aegyptiaca*. Pravděpodobnost správného určení je na základě diskriminační analýzy zhruba 40 %. Je zde možnost záměny za níže echolokující druh *Chaerephon ansorgei* (s 9% pravděpodobností) nebo za výše echolokující druh *Chaerephon pumilus* (s pravděpodobností 6 %).

Tabulka 14: Echolokační charakteristiky parataxonu *Tadarida aegyptiaca*. Podle 32 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	22,32	24,74	21,69	22,06	22,89	9,73
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	0,91	1,71	0,98	0,91	0,92	2,48
MIN	20,74	21,63	19,01	20,21	20,98	5,24
MAX	23,98	29,35	23,26	23,70	24,46	15,91
MEDIAN	22,37	24,63	21,71	22,15	23,06	10,10
ŠPIČATOST	0,02	0,52	-0,69	-0,36	-0,46	0,06
COEF. VAR.	0,04	0,07	0,05	0,04	0,04	0,26
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,39	1,96	1,15	1,03	1,14	3,52

Celkový počet záznamů tohoto akustického parataxonu tvoří 20 144 nahrávek – 10 362 nahrávek pochází z jižní části, 9 782 záznamů pochází ze severní části KNP. Tento parataxon byl zaznamenán dohromady na všech lokalitách. Na dvou lokalitách v severní části KNP v jarních měsících chybí.



Obrázek 21: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Tadarida aegyptiaca*.

4.2.15 *Chaerephon ansorgei*

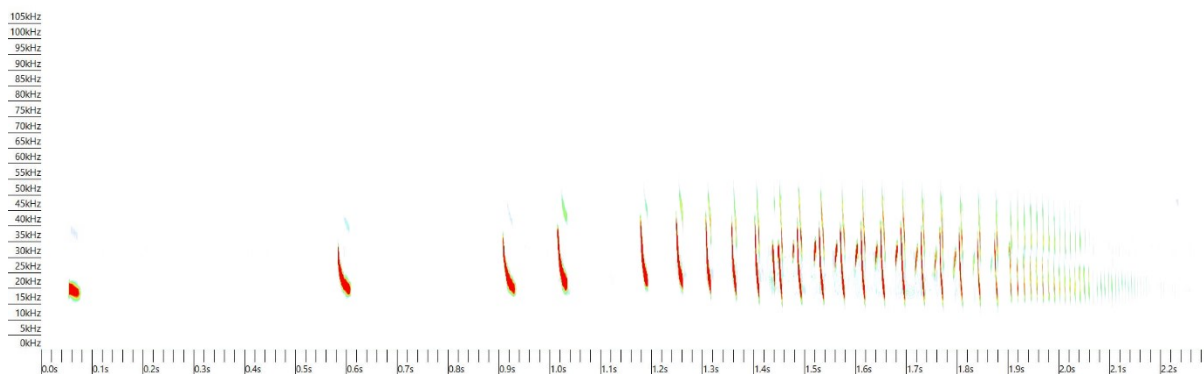
Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Chaerephon ansorgei* jsou shrnuty v Tabulce 15. Počátek signálu je většinou prudce klesající. Signál dále přechází do mírně klesající až vodorovné podoby (typ QCF až NFM). Frekvenční rozpětí je většinou úzké, v určitých situacích může signál zaujímat i širší frekvenční rozpětí (přes 10 kHz, Obrázek 22). Druhá harmonická frekvence může být přítomna (kolem 40 kHz).

Na základě referenčních zdrojů byl tento parataxon určen jako druh *Chaerephon ansorgei*. Na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů je pravděpodobnost správného odlišení parataxonu přibližně 55 %. Je zde možná záměna za druh *Tadarida aegyptiaca* (pravděpodobnost záměny 6 %), jejíž echolokační frekvence se pohybuje kolem 22 kHz, případně za druh *Mops midas* (pravděpodobnost záměny 6 %), který k echolokaci využívá nižší frekvenci (kolem 16 kHz).

Tabulka 15: Echolokační charakteristiky parataxonu *Chaerephon ansorgei* (dle 32 plně reprezentativních záznamů).

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	19,47	21,74	19,01	19,26	19,72	8,51
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	0,93	2,21	1,05	1,07	1,08	2,23
MIN	16,77	19,21	16,19	16,62	17,19	3,70
MAX	21,27	31,59	20,63	21,15	21,50	12,33
MEDIAN	19,42	21,48	19,01	19,14	19,75	8,50
ŠPIČATOST	-0,68	3,16	-0,53	-0,30	-0,27	-0,20
COEF. VAR.	0,05	0,10	0,06	0,06	0,05	0,26
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	0,86	1,50	1,55	1,54	1,58	2,18

Celkový počet záznamů tohoto akustického parataxonu činí 8 172 nahrávek – 4 544 záznamů bylo pořízeno v jižní části, 3 628 záznamů v severní části KNP. Dohromady byl tento parataxon zaznamenán na všech lokalitách. Při jarních sběrech byl zaznamenán jen na 50 z nich.



Obrázek 22: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Chaerephon ansorgei*.

4.2.16 *Mops midas*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Mops midas* jsou shrnuty v Tabulce 16 a 17. U tohoto parataxonu dochází ke střídání dvou typů hlasu. Nejčastěji bývá zaznamenán horní typ o maximální frekvenci kolem 16,5 kHz (F_{peak}). Druhý typ se pohybuje kolem 13 kHz a horní typ doprovází. V průběhu jedné sekvence se mohou vyskytovat oba typy. Horní typ se vyznačuje prudším poklesem frekvence na začátku signálu a jeho postupným zmírněním do ostře zakončené patičky – ocásek směřuje dolů (typ NFM). Dolní typ zaujímá užší frekvenční rozmezí (typ QCF až NFM). Frekvence většinou jen mírně klesá (Obrázek 23). Další harmonické frekvence jsou přítomny, častěji se vyskytují u dolního typu echolokačního signálu.

Tento parataxon byl na základě referenční databáze identifikován jako druh *Mops midas*. Na základě diskriminační analýzy akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů je pravděpodobnost správného odlišení horního typu signálu tohoto parataxonu 32 %, v případě dolního typu signálu je to 37 %. V případě přítomnosti obou typů signálu v záznamu je pravděpodobnost správného rozlišení podstatně vyšší. V některých případech může docházet k záměně horního typu s druhem *Chaerephon ansorgei* (v 1 % případů podle diskriminační analýzy), v případě výskytu dolního typu signálu může docházet až ve 28 % případů k záměně s druhem *Otomops martiensseni*.

Tabulka 16: Echolokační charakteristiky horního typu signálu parataxonu *Mops midas* (dle 38 plně reprezentativních záznamů).

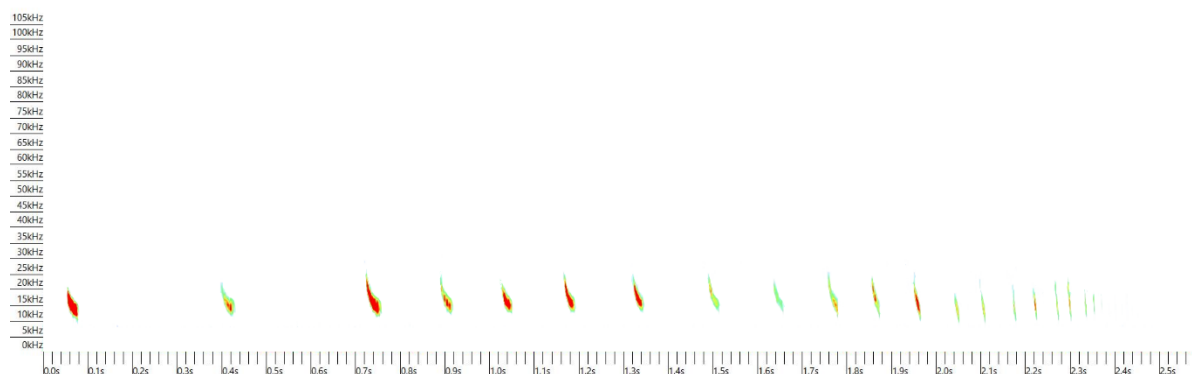
	F_{PEAK} (kHz)	F_{MAX} (kHz)	F_{MIN} (kHz)	F_C (kHz)	F_K (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	16,73	21,17	16,22	16,63	16,83	12,92
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,43	3,41	1,68	1,74	2,48	4,69

MIN	14,82	15,94	14,37	14,46	6,81	5,77
MAX	19,59	28,27	18,39	19,23	20,20	24,76
MEDIAN	16,42	19,28	15,75	16,07	16,29	12,62
ŠPIČATOST	0,62	0,80	0,46	0,47	-2,28	0,82
COEF. VAR.	0,09	0,16	0,10	0,10	0,15	0,36
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	2,64	5,13	2,04	2,11	2,52	4,06

Tabulka 17: Echolokační charakteristiky dolního typu signálu parataxonu *Mops midas* (dle 29 plně reprezentativních záznamů).

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	13,32	14,63	12,84	13,13	13,37	13,53
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,18	1,46	0,87	0,94	1,09	4,71
MIN	11,41	12,25	11,43	11,45	11,46	5,14
MAX	16,77	18,82	14,39	14,93	16,10	22,53
MEDIAN	13,58	14,79	13,07	13,32	13,57	13,72
ŠPIČATOST	0,52	0,49	-0,28	-0,19	0,09	-0,02
COEF. VAR.	0,09	0,10	0,07	0,07	0,08	0,35
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,91	2,21	1,67	1,88	1,98	6,42

Bylo nahráno celkem 3 894 záznamů parataxonu *Mops midas* – 1 745 záznamů v jižní oblasti a 2 149 záznamů v severní oblasti KNP. Jeho přítomnost byla zaznamenána dohromady na 58 lokalitách: v období listopadu a prosince byl nalezen na 55 bodech, v únoru a březnu byl nahrán na 35 lokalitách (16 v jižní části a 19 v severní části KNP).



Obrázek 23: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu určeného jako *Mops midas*.

4.2.17 *Otomops martiensseni*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Otomops martiensseni* jsou shrnuty v Tabulce 18. Hlas je typický velmi nízkou echolokační frekvencí, úzkým frekvenčním rozmezím a dlouhou délkou trvání signálu (typ QCF). Signál má převážně vodorovný charakter. Na počátku může docházet k pomalému poklesu frekvence, která se postupně vyrovnává (Obrázek 24). Harmonické frekvence většinou chybí. Výjimku mohou tvořit velmi silné signály, u kterých může být vidět druhá harmonická frekvence (kolem 25 kHz).

S využitím referenční databáze byl tento parataxon identifikován jako druh *Otomops martiensseni*. Na základě diskriminační analýzy je pravděpodobnost správného odlišení parataxonu přibližně 40 %. Je zde možná záměna za nižší echolokační typ hlasu druhu *Mops midas*, který se pohybuje v podobně nízké frekvenční oblasti (pravděpodobnost 35 %).

Tabulka 18: Echolokační charakteristiky parataxonu *Otomops martiensseni*. Podle 31 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	12,27	14,63	13,11	13,31	13,60	12,55
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,02	3,28	2,81	2,90	3,10	4,54
MIN	9,23	11,56	10,67	10,69	11,15	4,41
MAX	13,75	26,78	24,00	24,58	25,98	25,00
MEDIAN	12,05	13,61	12,05	12,20	12,49	12,70
ŠPIČATOST	-0,61	2,29	2,58	2,57	2,67	0,73
COEF. VAR.	0,08	0,22	0,21	0,22	0,23	0,36
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,57	1,96	1,46	1,49	1,39	5,68

Tento parataxon byl zaznamenán dohromady v 1 438 nahrávkách – 789 záznamů pochází z jižní části a 649 záznamů ze severní části KNP. Tento parataxon byl dohromady zaznamenán na 53 lokalitách. V období listopadu a prosince byl nalezen na 50 lokalitách (27 v jižní části a 23 v severní části KNP), v období února a března byl nalezen pouze na 21 lokalitách (9 v jižní části a 12 v severní části KNP).

4.2.18 Nepřiřazené parataxony

Některé typy hlasových projevů netopýrů nebylo snadné přiřadit konkrétním druhům. V průběhu hodnocení tak vznikly kategorie obsahující blíže neidentifikované druhy či skupiny hlasů. Dohromady vznikly tři kategorie hlasů označených podle echolokační frekvence: Sp. 45, Sp. 37 a Sp. 20.

4.2.19 Sp. 45 (molosid45)

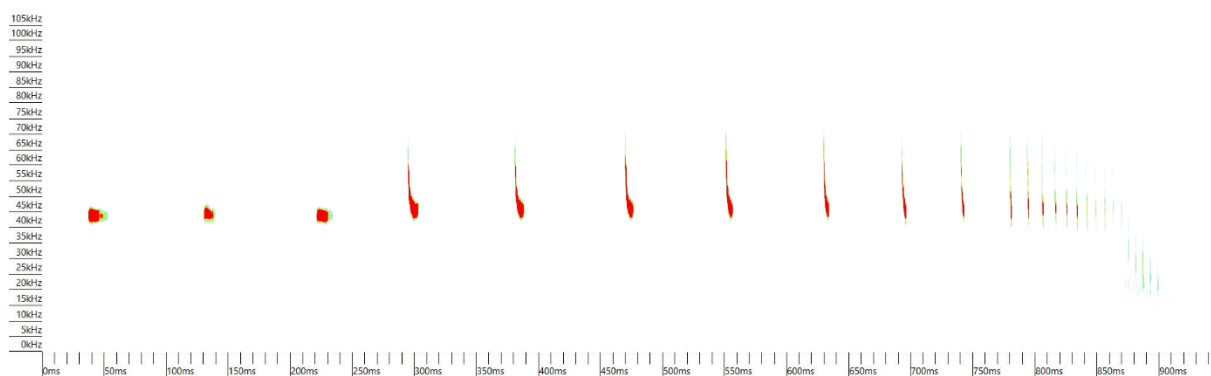
Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu Sp. 45 jsou shrnuty v Tabulce 19. Tento parataxon se vyznačuje signálem o stálé frekvenci v oblasti nejčastěji kolem 45 kHz (typ QCF). Harmonické frekvence se v záznamu nevyskytují (Obrázek 24).

K tomuto parataxonu nebyl přiřazen druh. Je zde možnost, že se jedná o nižší echolokační hlas druhu *Neoromicia zuluensis*, se kterým se v některých případech jeho echolokační charakteristiky překrývaly.

Tabulka 19: Echolokační charakteristiky parataxonu Sp. 45 (dle 33 plně reprezentativních záznamů).

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	45,27	46,40	43,73	43,98	44,94	5,63
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,76	5,58	5,49	5,47	5,55	2,28
MIN	41,87	18,44	14,97	15,33	16,02	2,96
MAX	48,16	50,92	47,11	47,44	48,96	15,91
MEDIAN	45,42	47,89	44,83	45,03	46,31	5,26
ŠPIČATOST	-0,49	-4,12	-4,74	-4,74	-4,66	3,12
COEF. VAR.	0,04	0,12	0,13	0,12	0,12	0,40
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	2,51	4,32	3,25	3,15	3,77	1,44

V průběhu výzkumu bylo zaznamenáno 748 nahrávek tohoto akustického parataxonu – 217 záznamů pochází z jižní části, 531 záznamů ze severní části KNP. Jeho výskyt byl zaznamenán celkem na 29 lokalitách. V období listopadu a prosince byl nalezen na 20 bodech (6 v jižní části a 14 v severní části KNP), v únoru a březnu byl zaznamenán na 30 bodech (3 v jižní části a 17 v severní části KNP).



Obrázek 24: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu Sp. 45.

4.2.20 Sp. 37

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu Sp. 37 jsou shrnuty v Tabulce 20. Signál se vyznačuje strmým poklesem frekvence na jeho počátku a tupým patkovitým zakončením (typ WFM). Harmonické frekvence většinou nejsou patrné.

K tomuto parataxonu nebyl přiřazen druh. Pravděpodobně se ale bude jednat o hlas druhu *Laephotis capensis* echolokující na nižší frekvenci. Je zde i možnost, že se jedná o jiný druh, jehož echolokační charakteristiky nejsou známy.

Tabulka 20: Echolokační charakteristiky parataxonu Sp. 37 (dle 24 plně reprezentativních záznamů).

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	36,91	43,28	36,10	36,37	37,45	6,77
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	0,61	5,18	0,73	0,74	0,99	1,21
MIN	35,70	37,86	34,06	34,41	35,27	4,06
MAX	37,70	57,47	36,89	37,44	39,33	8,67
MEDIAN	37,15	41,73	36,28	36,37	37,60	6,76
ŠPIČATOST	-0,52	1,22	-1,27	-0,82	-0,57	-0,24
COEF. VAR.	0,02	0,12	0,02	0,02	0,03	0,18
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	0,97	6,16	0,99	0,90	1,10	1,23

V průběhu analýzy záznamů bylo nalezeno 148 nahrávek s tímto parataxonem – 139 záznamů pochází z jižní části a 9 záznamů ze severní části KNP. Výskyt parataxonu Sp. 37 byl zaznamenán dohromady na 22 bodech: v období listopadu a prosince byl nalezen na 14

lokalitách (11 v jižní části a 3 v severní části KNP), v únoru a březnu byl zaznamenán na 10 bodech (6 v jižní části a 4 v severní části KNP).

4.2.21 Sp. 20

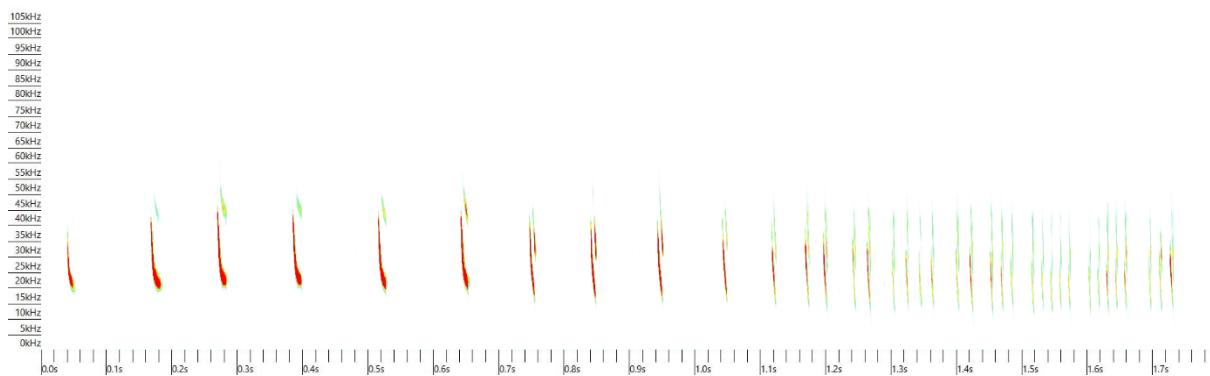
Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu Sp. 20 jsou shrnuty v Tabulce 21. Tento parataxon se vyznačuje nízkou echolokační frekvencí, ale širším frekvenčním rozpětím (i přes 10 kHz). Echolokační frekvence signálu na počátku prudce klesá, ke konci se pokles zmírňuje. Signál je většinou zakončen tupou patkou, někdy následuje ještě ostrý krátký ocásek s klesající frekvencí (typ NFM až WFM). Na záznamu může být přítomna druhá harmonická frekvence (Obrázek 25).

K tomuto parataxonu nebyl přiřazen druh. Je zde možnost, že se jedná o variantu echolokačního hlasu druhu *Chaerephon ansorgei*, se kterým se v některých případech jeho echolokační charakteristiky překrývaly – nízká echolokační frekvence, podobnost s charakterem jeho hlasu v přibližovací fázi lovu.

Tabulka 21: Echolokační charakteristiky parataxonu Sp. 20 (dle 24 plně reprezentativních záznamů).

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	22,54	32,94	20,72	21,28	22,03	6,82
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	2,06	5,11	1,70	2,11	2,22	1,94
MIN	19,59	26,07	18,01	18,21	18,50	3,63
MAX	28,62	41,36	23,19	26,80	26,92	11,31
MEDIAN	22,31	31,15	20,71	21,14	22,11	6,73
ŠPIČATOST	1,01	0,27	0,06	0,63	0,27	0,78
COEF. VAR.	0,09	0,16	0,08	0,10	0,10	0,28
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	2,89	9,27	3,28	3,25	3,71	2,08

Akustický parataxon Sp. 20 byl celkem zaznamenán na 339 nahrávkách – 12 z jižní části a 327 ze severní části KNP. Jeho výskyt byl zaznamenán dohromady na 29 lokalitách: v období listopadu a prosince byl nalezen na 22 bodech (4 v jižní části a 18 v severní části KNP), v únoru a březnu byl zaznamenán na 15 bodech ze severní části KNP.



Obrázek 25: Záznam fáze lovu v sekvenci echolokačního hlasu parataxonu Sp. 20.

4.2.22 Rhinolophidae a Hipposideridae

Mezi dobře odlišitelné druhy patří zástupci čeledi Rhinolophidae a Hipposideridae, jejichž celkové zastoupení v záznamech čítá 6 druhů (*Rhinolophus capensis*, *Rhinolophus landeri*, *Rhinolophus fumigatus*, *Rhinolophus simulator*, *Rhinolophus swinnyi*, *Hipposideros caffer*). Z důvodu nízkého počtu záznamů je v některých dalších analýzách pracováno s celou čeledí Rhinolophidae a Hipposideridae dohromady.

4.2.23 *Hipposideros caffer*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Hipposideros caffer* jsou shrnuty v Tabulce 22. Vzhledem k vysoké echolokační frekvenci je odlišení tohoto parataxonu a jeho identifikace s druhem *H. caffer* celkem jednoznačná. První harmonická frekvence se vyskytuje v oblasti kolem 70 kHz. Echolokační typ hlasu je CF-FM.

Tabulka 22: Echolokační charakteristiky parataxonu *Hipposideros caffer* (dle 5 plně reprezentativních záznamů).

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	143,04	144,97	117,10	8,14
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,46	1,66	8,19	0,61
MIN	141,30	143,28	104,00	7,21
MAX	145,08	147,23	125,00	8,74
MEDIAN	142,50	144,89	118,00	8,10

ŠPIČATOST	0,46	0,42	-1,20	-0,82
COEF. VAR.	0,01	0,01	0,07	0,08
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	1,41	2,42	6,97	0,66

Bylo nahráno celkem 5 záznamů tohoto parataxonu. Jeden záznam pochází z jižní části KNP z bodu SAT3P. Čtyři záznamy pak pochází ze severní části KNP z bodů LET2S, LET5S a LET3P.

4.2.24 *Rhinolophus landeri*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Rhinolophus landeri* jsou shrnuty v Tabulce 23. Na základě referenčních záznamů byl tento parataxon identifikován jako druh *Rhinolophus landeri*.

Tento parataxon by se dal alternativně určit jako *Rhinolophus swinnyi*, který má v některé literatuře uvedeny podobné hodnoty echolokačního hlasu (CITACE). První harmonická frekvence se vyskytuje v oblasti kolem 53 kHz. Echolokační typ hlasu je FM-CF-FM.

Tabulka 23: Echolokační charakteristiky parataxonu *Rhinolophus landeri*. Podle 16 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	105,01	107,00	85,28	49,38
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	1,46	1,39	6,35	12,11
MIN	102,27	104,80	78,44	18,19
MAX	106,99	109,28	101,10	63,00
MEDIAN	104,91	106,92	84,17	51,50
ŠPIČATOST	-0,29	-0,01	1,39	-1,39
COEF. VAR.	0,01	0,01	0,07	0,25
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	2,07	2,15	6,83	10,75

Celkem bylo zaznamenáno 17 nahrávek s tímto akustickým parataxonem – 1 pochází z jižní části a 17 ze severní části KNP. Jeho výskyt byl zaznamenán dohromady na 7 lokalitách (SAT1P, LET1P, LET1S, LET2P, LET2S, LET3P a PH4P).

4.2.25 *Rhinolophus swinnyi*

Akustické charakteristiky echolokačního hlasu parataxonu *Rhinolophus swinnyi* jsou shrnuty v Tabulce 24. První harmonická frekvence se vyskytuje v oblasti 50 kHz. Echolokační typ hlasu je FM-CF-FM.

Na základě referenční databáze byl tento parataxon identifikován jako druh *Rhinolophus swinnyi*. Vyznačuje se nižší echolokační frekvencí než druh *Rhinolophus landeri*. Je však možné, že se jedná o stejný druh.

Jedná se o parataxon, který byl zaznamenán pouze jednou při pořizování kontrolních záznamů v kempu Mopani.

Tabulka 24: Echolokační charakteristiky parataxonu *Rhinolophus swinnyi*. Podle jednoho reprezentativního záznamu.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	DUR (ms)
NAMĚŘENÉ HODNOTY	101,08	103,89	80,72	54

4.2.26 *Rhinolophus capensis*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Rhinolophus capensis* jsou shrnuty v Tabulce 25. První harmonická frekvence se vyskytuje kolem 43 kHz. Echolokační typ hlasu je FM-CF-FM.

Na základě referenčních zdrojů byl tento parataxon identifikován jako druh *Rhinolophus capensis*. Alternativním druhem, který by k tomuto parataxonu mohl být přiřazen je *Rhinolophus darlingi*, který je v některých literaturách uváděn s podobnými echolokačními hodnotami (Monadjem *et al.* 2020; Brinkley *et al.* 2021).

Tabulka 25: Echolokační charakteristiky parataxonu *Rhinolophus capensis*. Podle 14 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	84,36	86,51	74,21	54,62

SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	0,58	0,55	3,53	7,02
MIN	83,77	85,44	68,40	34,62
MAX	85,84	87,37	79,29	64,36
MEDIAN	84,15	86,61	74,44	55,45
ŠPIČATOST	1,34	-0,35	-0,04	-1,65
COEF. VAR.	0,01	0,01	0,05	0,13
MEZIKVARTILOVÉ ROZPĚTÍ	0,63	0,83	4,98	5,49

Akustický parataxon *Rhinolophus capensis* byl dohromady zaznamenán ve 14 nahrávkách – 13 záznamů pochází z jižní části, 1 ze severní části KNP. Jeho výskyt byl dohromady zaznamenán na třech lokalitách (SAT1P, SAT2C a PH4P).

4.2.27 *Rhinolophus simulator*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Rhinolophus simulator* jsou shrnuty v Tabulce 26. První harmonická frekvence nebyla zaznamenána. Echolokační typ hlasu je FM-CF-FM.

Na základě referenční databáze byl tento parataxon identifikován jako druh *Rhinolophus simulator*. Druhové určení nicméně není jisté. Signál nebyl příliš výrazný, a je tedy možné, že se jedná o hlas druhu *Rhinolophus capensis*.

Tabulka 26: Echolokační charakteristiky parataxonu *Rhinolophus simulator*. Podle 2 plně reprezentativních záznamů.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	DUR (ms)
PRŮMĚR	81,13	83,39	78,16	53,73
SMĚRODATNÁ ODCHYLKA VÝBĚRU	0,31	0,51	0,35	0,87
MIN	80,91	83,03	78,41	53,12
MAX	81,35	83,75	77,91	54,34

V průběhu výzkumu byly nalezeny pouze dva záznamy tohoto akustického parataxonu. Oba pochází z bodu SAT2S v jižní části KNP.

4.2.28 *Rhinolophus fumigatus*

Akustické charakteristiky echolokačních hlasů parataxonu *Rhinolophus fumigatus* jsou shrnuty v Tabulce 27. První harmonická frekvence se vyskytuje na frekvenci kolem 27 kHz. Echolokační typ hlasu je FM-CF-FM.

Na základě referenční databáze byl tento parataxon identifikován jako druh *Rhinolophus fumigatus*. Záměna s jinými druhy vrápenců je kvůli specifickým hodnotám echolokačního signálu velmi nepravděpodobná.

Tabulka 27: Echolokační charakteristiky parataxonu *Rhinolophus fumigatus*. Podle jednoho plně reprezentativního záznamu.

	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	DUR (ms)
NAMĚŘENÉ HODNOTY	53,59	55,16	44,64	57

Tento parataxon byl v průběhu výzkumu zaznamenán pouze jednou, a to na lokalitě PH5P.

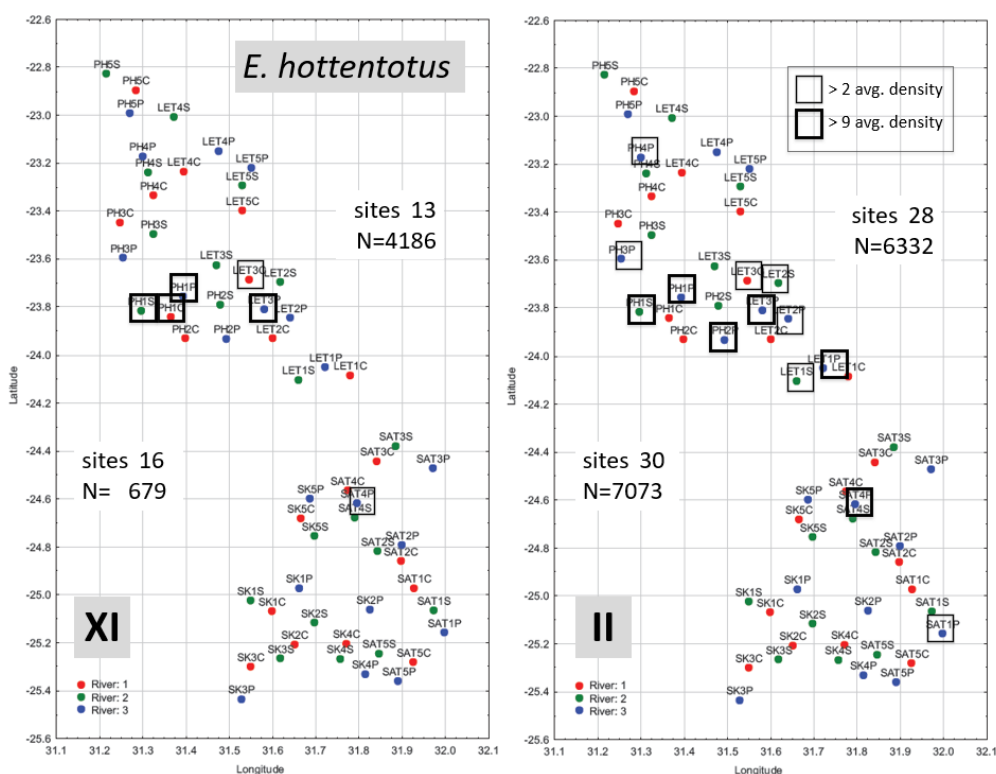
4.3 Sezonní změny výskytu a noční aktivita jednotlivých parataxonů

Následující odstavce, shrnující výsledky týkající se prostorové a sezonní distribuce a charakteru noční aktivity, jsou omezeny na parataxony, jejichž početnost umožňuje kvantitativní srovnání. Jde o 8 nejhojnějších parataxonů druhové úrovně (*E. hottentotus*, *S. dinganii*, *L. capensis*, *A. nana*, *N. zuluensis*, *P. hesperidus*, *P. rusticus* a *T. mauritanus*) a sběrnou skupinu Molossidae. Analýzu doplňujeme (bez rozboru noční aktivity) o distribuční charakteristiky parataxonů *Miniopterus natalensis* a *Myotis tricolor*. Podrobný přehled vstupního datového materiálu je k dispozici v Příloze 8.5 a Příloze 8.6.

4.3.1 *Eptesicus hottentotus*

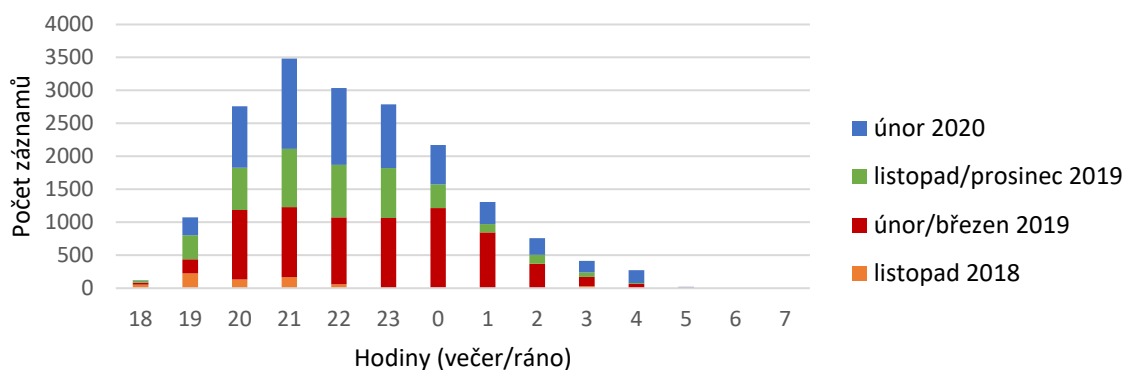
Početnost záznamů akustického parataxonu *E. hottentotus* v KNP vykazuje významné mezisezonní rozdíly (Wilcoxonův test, $V = 1528$, $p < 0,0001$) s podstatným nárůstem v období února a března. Celkový záznam tohoto parataxonu v severní části KNP v období listopadu a prosince (XI) čítal 4 186 nahrávek, v únoru (II) záznam činil 6 332 nahrávek. V jižní části bylo v listopadu zaznamenáno 679 záznamů, v únoru a březnu toto číslo činilo už 7 073

nahrávek. Z Obrázku 26 je zřejmé výrazně nerovnoměrné rozložení výskytových dat v jarním úseku (IX) vykazujících v severní části území agregovanou distribuci. Tento obraz je patrný i v podzimním období (II), kdy parataxon *E. hottentotus* vystupuje jako eufrekventní druh jak v severní, tak v jižní části. Oproti jižní části s vysokou mírou lokální agregace ukazují data pro severní oblast víceméně plošné rovnoměrné rozšíření. Na rozdíl od severní oblasti mezisezonní změna celkové abundance v jižní oblasti je takřka desetinásobná.



Obrázek 26: Přehled záznamů parataxonu *E. hottentotus* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitu parataxonu v daném úseku.

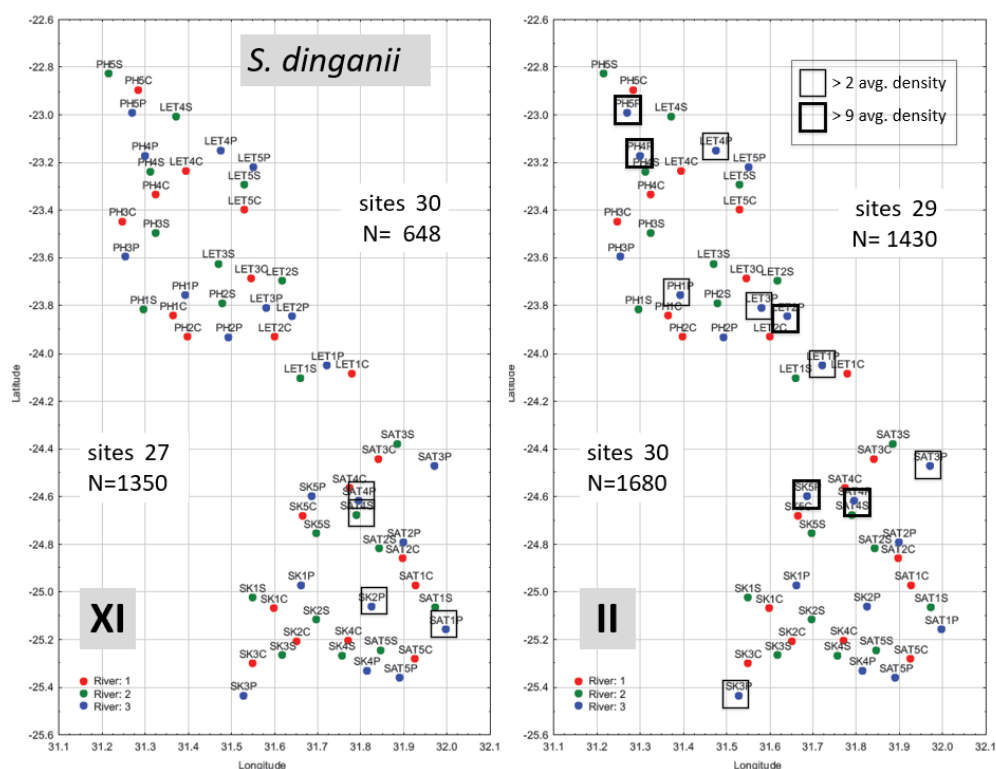
Rozložení noční aktivity parataxonu *E. hottentotus* (Obrázek 27) naznačuje převažující tendenci k unimodální distribuci s vrcholem kolem 21. hodiny. Celkový počet záznamů z první poloviny noci (13 261 záznamů) výrazně převyšuje počet záznamů z druhé poloviny noci (4 942 záznamů). Nápadnou odchylkou od tohoto vzoru představují podzimní (II) záznamy z jižní oblasti s průběžně vysokou aktivitou v celém úseku 20-01 hod. s nevýraznými vrcholy kolem 21 a 0 hod.



Obrázek 27: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Eptesicus hottentotus* v KNP.

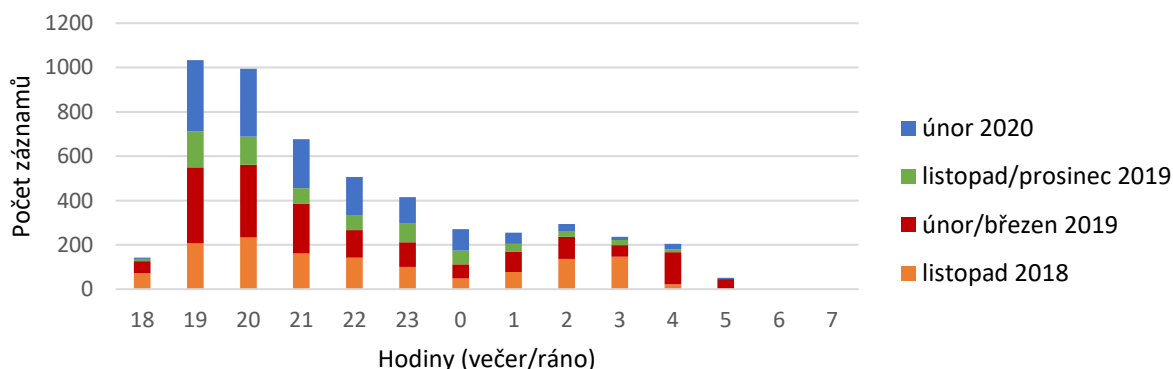
4.3.2 *Scotophilus dinganii*

Mezisezonní rozdíl početnosti s nárůstem v podzimním úseku (II) je statisticky vysoce průkazný (Wilcoxonův test, $V = 1376,5$, $p = 0,0002$). Celkový počet záznamů v severní části za listopad a prosinec činí 684 nahrávek, za únor 1 430 nahrávek. V jižní části KNP tento parataxon čítal 1 350 nahrávek v listopadu a 1 680 záznamů v únoru a březnu. V obou sezónách i obou částech území představuje parataxon *S. dinganii* eufrekventní element s plošným rozšířením. Zřetelnější lokální agregace je patrná v podzimním úseku (II) v severní oblasti, v jižní oblasti pak v podzimním i jarním úseku v prostoru bodů skupiny SAT4 (Obrázek 28).



Obrázek 28: Přehled záznamů parataxonu *S. dinganii* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitu parataxonu v daném úseku.

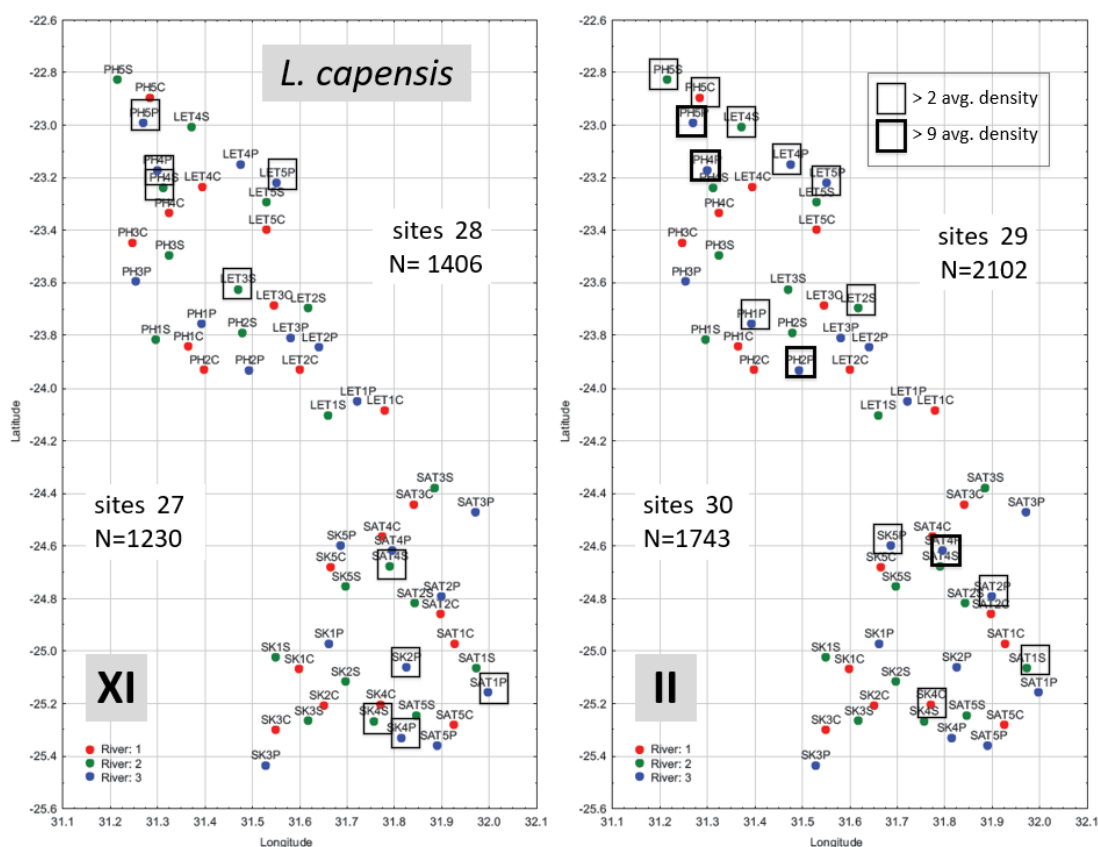
Charakter noční aktivity parataxonu *S. dinganii* (Obrázek 29) je výrazně unimodální s nápadným vrcholem kolem 19. a 20. hodiny. V pozdějších úsecích noci už byla množství záznamů výrazně nižší. Viditelná většina záznamů (3 770 záznamů) pochází z první poloviny noci, v druhé polovině noci je zaznamenáno 1 311 echolokačních hlasů. Jistá tendence k bimodálnímu rozložení aktivity s mírným nárůstem početnosti kolem 2. a 3. hodiny ranní je patrná v jarním záznamu (XI) z jižní oblasti KNP.



Obrázek 29: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Scotophilus dinganii* v KNP.

4.3.3 *Laephotis capensis*

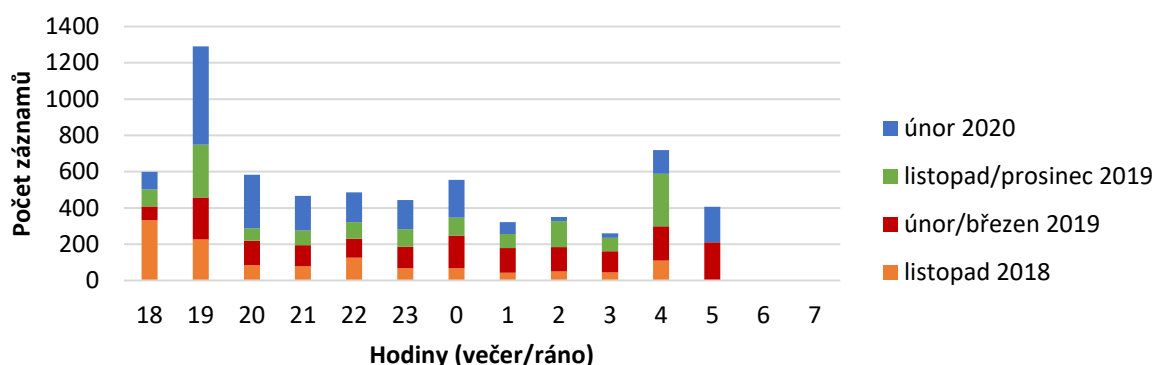
Mezisezonní rozdíl početnosti akustického parataxonu *L. capensis* je sice statisticky průkazný (Wilcoxonův test, $V = 1212$, $p = 0,029$), je nicméně zřetelně méně výrazný než u jiných srovnávaných parataxonů. V severní části v období listopadu a prosince (XI) bylo zaznamenáno 1 406 nahrávek tohoto parataxonu, v únoru (II) toto číslo čítalo 2 102 záznamů. V jižní části KNP záznam z listopadu činil 1 230 nahrávek, v únoru a březnu bylo na stejných lokalitách pořízeno 1 743 záznamů. Jde o eufrekventní element, který byl zaznamenán jak v jarním (XI) tak podzimním (II) období takřka na všech bodech. Nevýrazná, avšak zřetelná tendence k lokálně agregovanému výskytu je patrná v obou oblastech v jarním i v podzimním úseku (Obrázek 30).



Obrázek 30: Přehled záznamů parataxonu *L. capensis* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a podzimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s hustotou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou hustotu parataxonu v daném úseku.

Noční letovou aktivitu parataxonu *L. capensis* (Obrázek 31) charakterizuje takřka vyrovnané rozložení početnosti záznamů v průběhu celé noci se zřetelným maximem na počátku noci kolem 19. hodiny a s méně výrazným zvýšením v závěru noci kolem 4. hod. ranní. Uvedené bimodální rozložení je dobře patrné v severní části, v záznamech jižní části převažuje

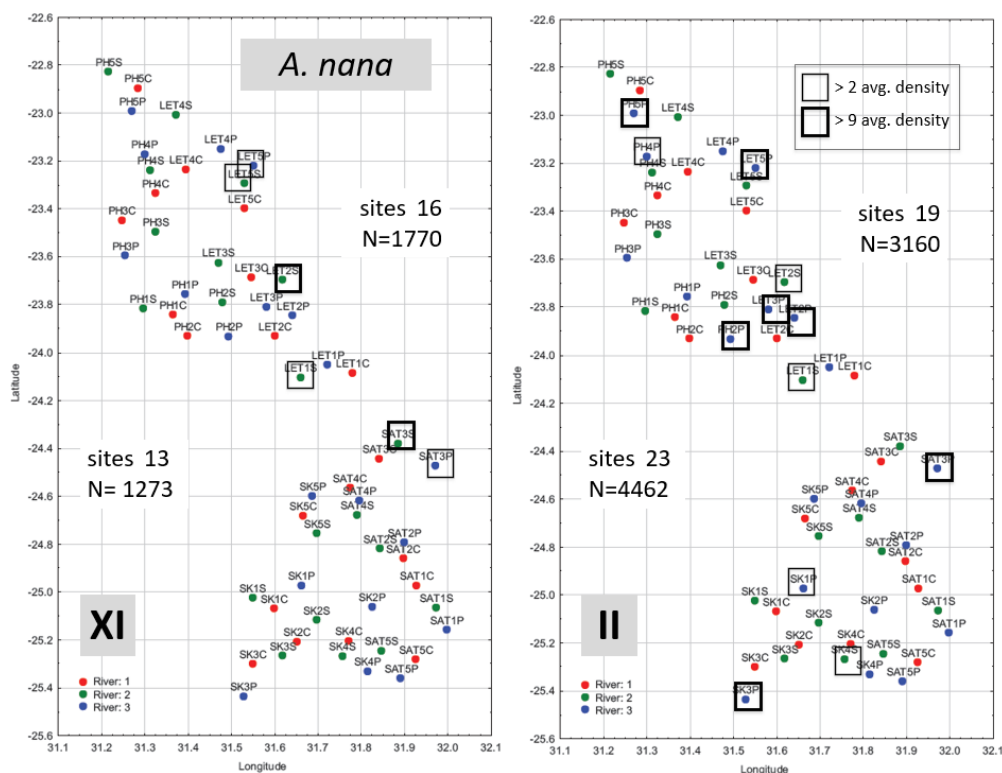
efekt celonočně vyrovnané početnosti. V úhrnu počet záznamů z první poloviny noci (3 866 záznamů) převažuje počet záznamů z druhé poloviny (2 610 záznamů).



Obrázek 31: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Laephotis capensis* v KNP.

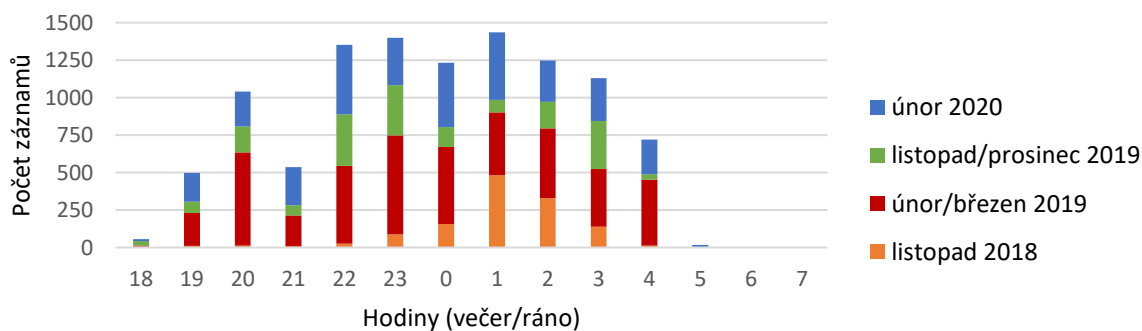
4.3.4 *Afronycteris nana*

Mezisezonní rozdíly v početnosti záznamů parataxonu *A. nana* (s vyššími hodnotami v podzimním úseku – II) jsou statisticky vysoce signifikantní (Wilcoxonův test, $V = 184,5$, $p = 0,00017$). V severní části KNP bylo v období listopadu a prosince (XI) zaznamenáno 1 770 nahrávek tohoto parataxonu, v únoru (II) bylo zaznamenáno 3 160 nahrávek. V jižní části KNP množství záznamů v listopadu čítalo 1 273 nahrávek, v únoru a březnu pochází ze stejných lokalit 4 462 záznamů. Přestože jde o parataxon s vysokou celkovou abundancí, nelze jej označit jako eufrekventní – byl zaznamenán pouze na 48 % bodů v jarním období (XI) a 68 % bodů v podzimním úseku (II). V severní oblasti je v obou úsecích patrná velmi zřetelná tendence k lokální agregaci výskytu (Obrázek 32), v jižní oblasti pak v podzimním úseku a v obou ve skupině bodů SAT3.



Obrázek 32: Přehled záznamů parataxonu *A. nana* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitou parataxonu v daném úseku.

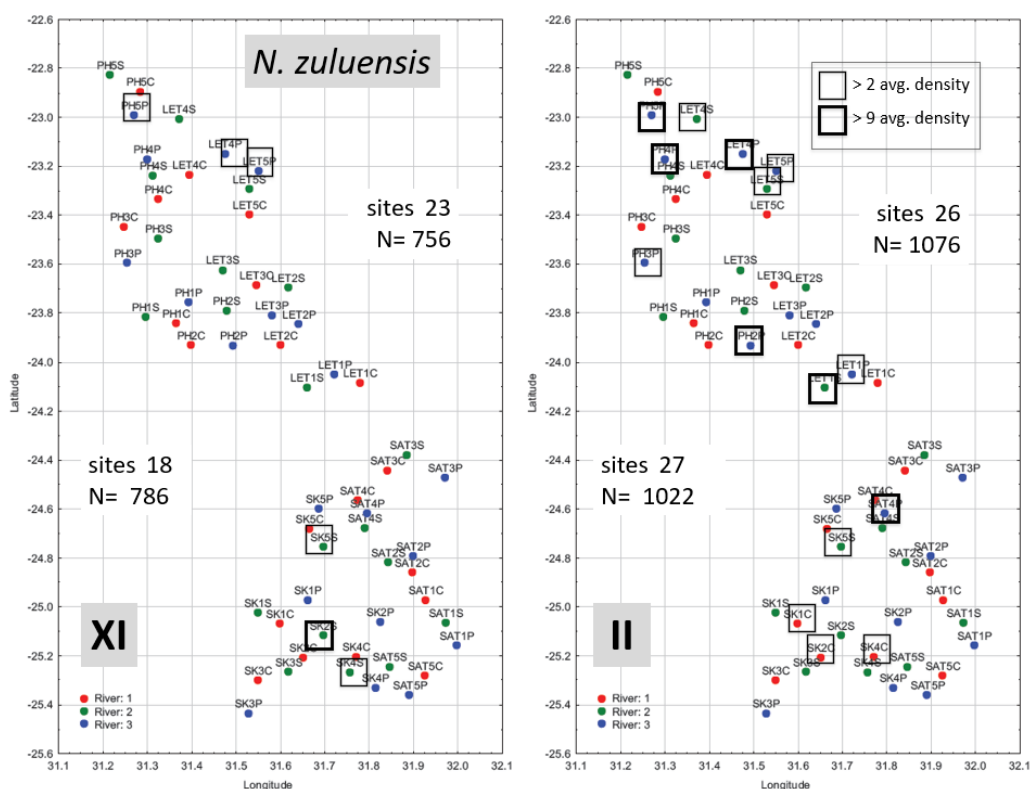
Z důvodu větší mezisezonní variability je celková maximální aktivita parataxonu *A. nana* (Obrázek 33) rozprostřena do širšího časového rozmezí (22.-2. hodina ranní). V rámci února a března (II) v obou částech KNP byl charakter noční aktivity relativně podobný s vrcholy kolem 22.-23. hodiny a 1.-2. hodiny ranní. V období listopadu a prosince (XI) se však hodnoty lišily: maximum pro jižní část KNP se nachází v čase kolem 1. hodiny ranní, kdežto pro severní část se nachází dva vrcholy v čase mezi 22. a 23. hodinou a kolem 3. hodiny ranní. V úhrnném počtu je zřejmá zřetelná převaha záznamů z druhé poloviny noci (5 783 záznamů v druhé polovině a 4 882 záznamů v první polovině).



Obrázek 33: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Afronycteris nana* v KNP.

4.3.5 *Neoromicia zuluensis*

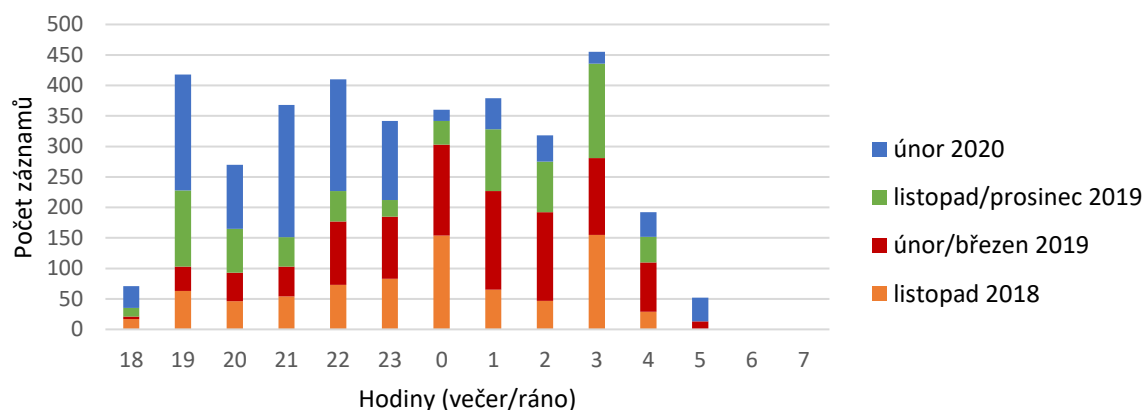
Přes zvýšený počet záznamů v podzimním období (II) není u parataxon *N. zuluensis* mezisezonní rozdíl početnosti statisticky průkazný. Celkem bylo v severní části KNP v období listopadu a prosince nahráno 756 záznamů, v únoru bylo na stejných bodech pořízeno 1 076 záznamů. V jižní části bylo zaznamenáno 786 nahrávek v listopadu a 1 022 záznamů v únoru a březnu. Parataxon byl zaznamenán na 67 % bodů v jarním období (XI) a 88 % bodů v podzimním úseku (II) s velmi výraznou tendencí k lokální agregaci v obou úsecích jak v severní, tak jižní oblasti (Obrázek 34).



Obrázek 34: Přehled záznamů parataxonu *N. zuluensis* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a podzimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitu parataxonu v daném úseku.

Maximum noční aktivity parataxonu *N. zuluensis* pro jednotlivé sezóny na severu i jihu KNP není jednotné (Obrázek 35). V jižní části KNP je patrný vrchol aktivity mezi půlnocí a 3. hodinou ranní. V severní části byla zaznamenána dvě maxima aktivity: pro obě sezóny je společné maximum mezi 19. a 22. hodinou, v období listopadu a prosince byla zaznamenána vysoká míra aktivity i kolem 3. hodiny ranní. Celkové množství záznamů v první a druhé

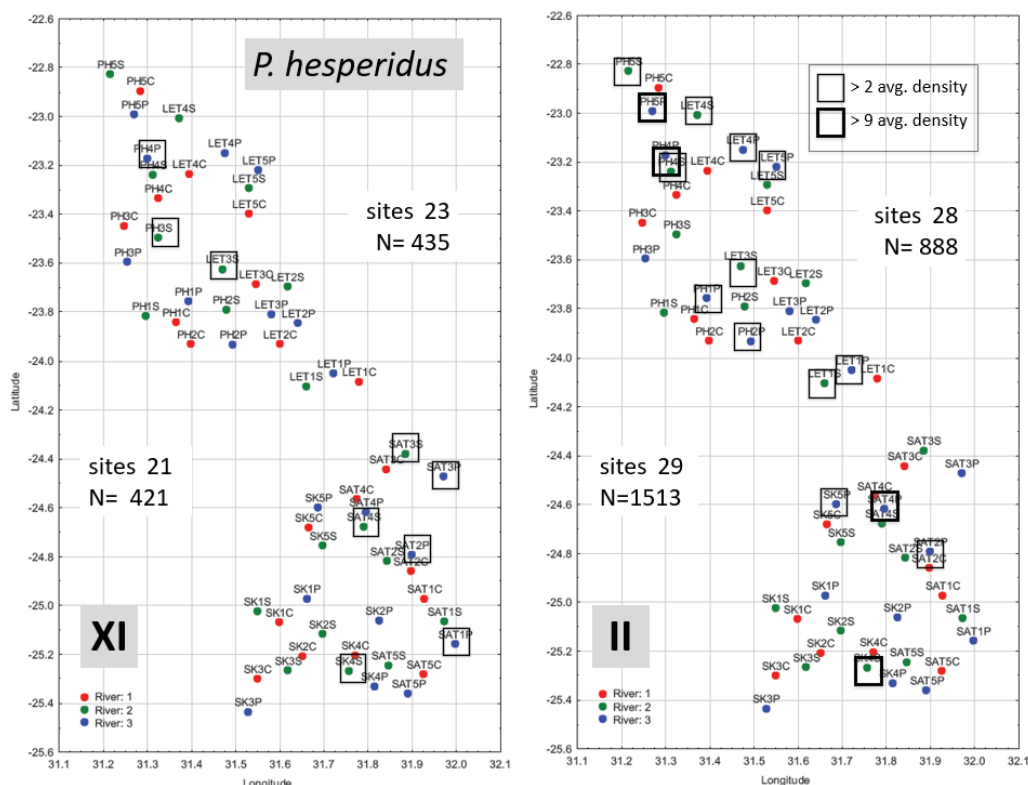
polovině noci se výrazně neliší: v první polovině noci bylo pořízeno 1 879 záznamů, 1 756 záznamů bylo zaznamenáno v druhé polovině noci. Nicméně kromě únorové sezóny v severní části KNP mají ostatní sezóny vyšší počet záznamů v druhé polovině noci.



Obrázek 35: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Neoromicia zuluensis* v KNP.

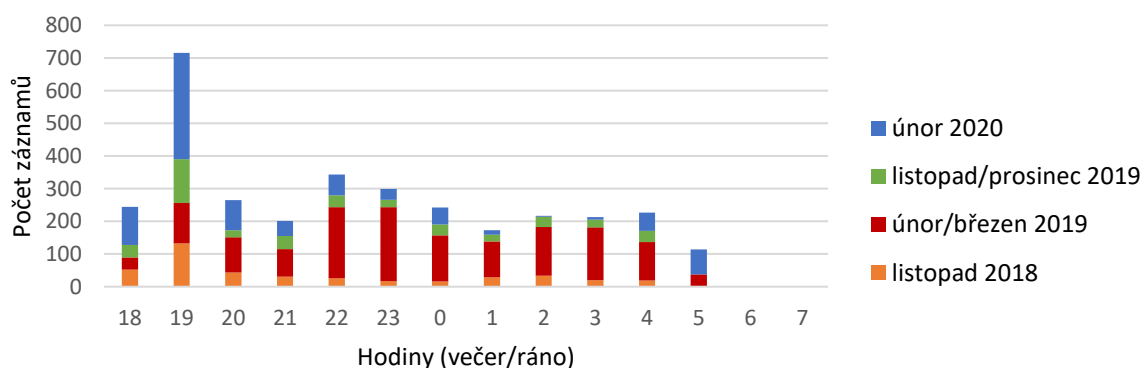
4.3.6 *Pipistrellus hesperidus*

Mezisezonní rozdíl v počtu záznamů je u akustického parataxonu *P. hesperidus* vysoce významný (Wilcoxonův test, $V = 1361$, $p < 0.0001$). Počet podzimních (II) záznamů převyšuje dvakrát počet jarních (XI) v severní oblasti, resp. víc než třikrát v jižní části KNP. V severní části KNP je z období listopadu a prosince k dispozici 435 záznamů, v únoru bylo na stejných bodech zaznamenáno 888 nahrávek. Množství záznamů z jižní části KNP za listopad čítalo 421 nahrávek, v únoru a březnu bylo zaznamenáno 1 513 nahrávek. Parataxon byl zaznamenán takřka plošně s výraznou mírou lokální agregace v obou úsecích i oblastech (Obrázek 36).



Obrázek 36: Přehled záznamů parataxonu *P. hesperidus* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitu parataxonu v daném úseku.

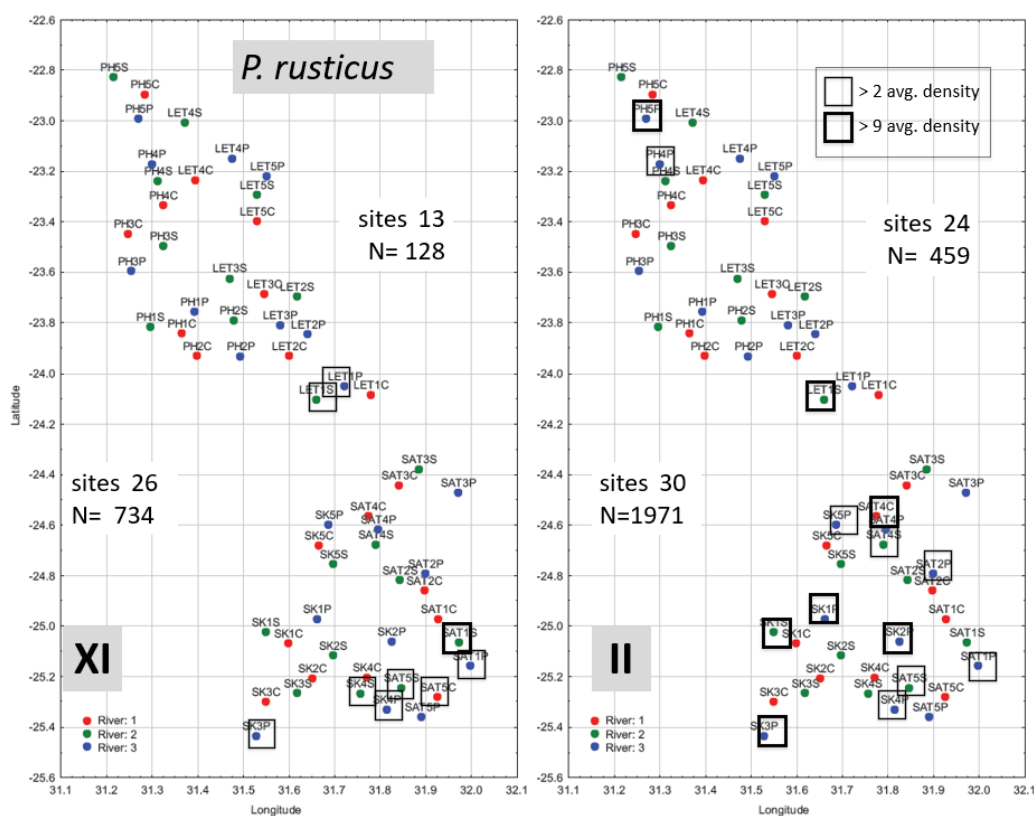
Časový rozvrh noční aktivity parataxonu *P. hesperidus* (Obrázek 37) vykazuje u tří ze čtyř srovnávaných sérií unimodální charakter s velmi výrazným maximem na samém počátku aktivity, tj. kolem 19. hodiny. Celkový počet záznamů z první poloviny noci (2 068 záznamů) je téměř dvojnásobný ve srovnání s druhou polovinou noci (1 186 záznamů). Výjimkou jsou poměry v podzimní (II) sérii z jižní části KNP naznačující takřka rovnoměrnou celonoční aktivitu s vrcholem kolem 22.-23. hodiny a mírným nárůstem rovněž kolem 2.-3. hodiny ranní.



Obrázek 37: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Pipistrellus hesperidus* v KNP.

4.3.7 *Pipistrellus rusticus*

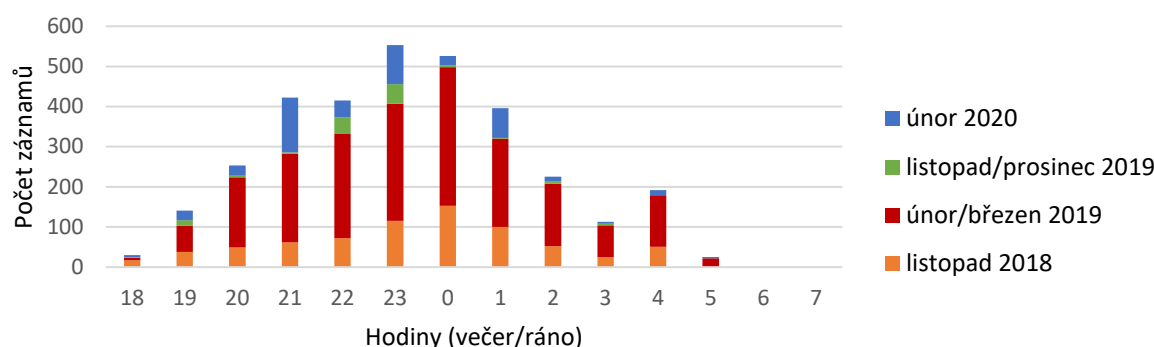
Mezisezonní rozdíl v počtu záznamů je u parataxonu *P. rusticus* velmi výrazný a vysoce průkazný (Wilcoxonův test, $V = 1201,5$, $p < 0.0001$). V severní části KNP bylo v listopadu zaznamenáno 128 nahrávek, v únoru bylo zaznamenáno 459 nahrávek. V jižní části množství záznamů v listopadu činilo 734 záznamů, v únoru a březnu už 1 971 nahrávek. Proporčně jsou mezisezonní rozdíly jižní a severní části takřka shodné, abundance v jižní části je však takřka pětkrát vyšší než v severní a parataxon *P. rusticus* zde, na rozdíl od severní části, vystupuje jako eufrekventní element. V obou sezónách je v jižní části patrná silná tendence k lokálně agregovanému výskytu, který je nicméně v jarním a podzimním období soustředěn do odlišných částí jižní oblasti (Obrázek 38). Ve všech těchto směrech se poměry u parataxonu *P. rusticus* nápadně odlišují od jiných parataxonů.



Obrázek 38: Přehled záznamů parataxonu *P. rusticus* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitou parataxonu v daném úseku.

Ve srovnání s jinými parataxony charakterizuje průběh noční aktivity parataxonu *P. rusticus* (Obrázek 39) takřka symetrické unimodální časové rozložení početnosti s vrcholem kolem půlnoci (23-0 hod.). Tak je tomu přinejmenším v jižní části KNP jak v podzimním, tak jarním úseku. Rámcově tomuto vzoru odpovídají i méně početná data ze severní oblasti.

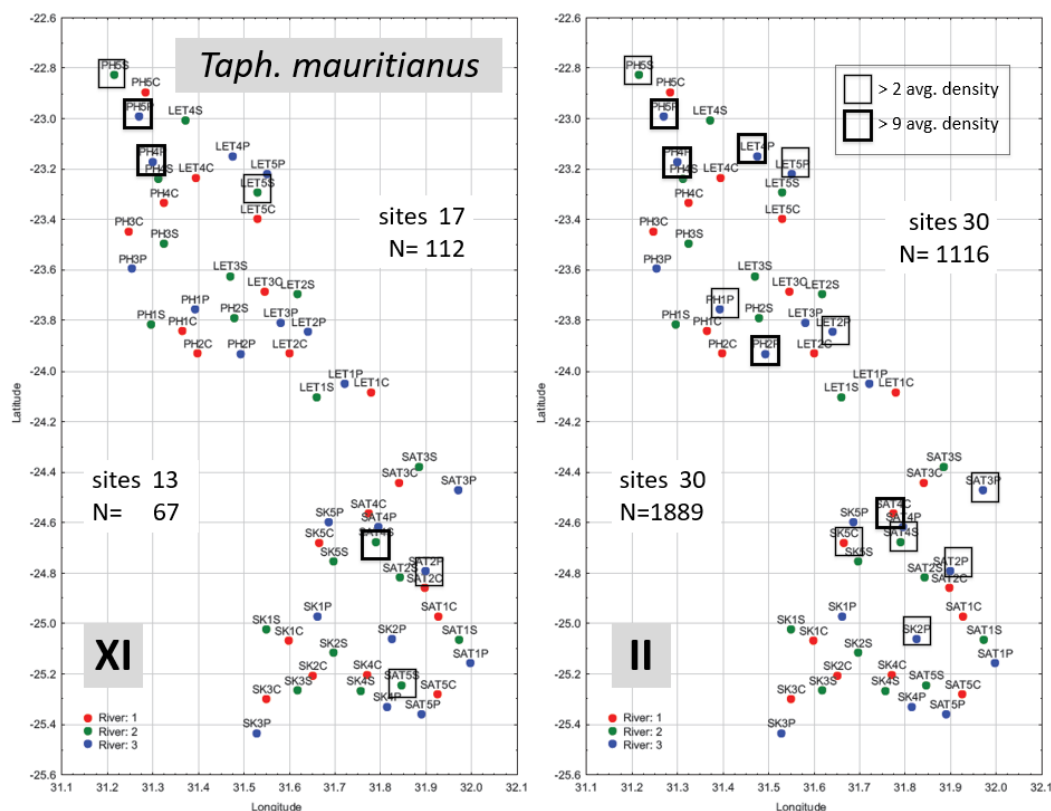
V celkovém souboru mírně převažují záznamy z první poloviny noci (1 814 záznamů, druhá polovina noci čítá 1 477 záznamů).



Obrázek 39: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Pipistrellus rusticus* v KNP.

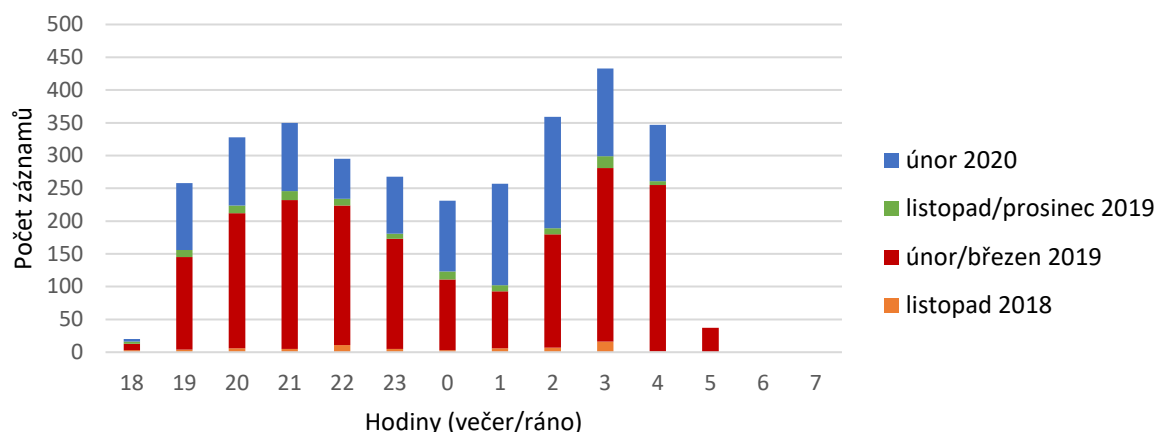
4.3.8 *Taphozous mauritanus*

Mezisezonní rozdíl početnosti dosahuje u parataxonu *T. mauritanus* v obou částech KNP s velmi vysokou průkazností (Wilcoxonův test, $V = 1690$, $p < 0,0001$) zcela extrémních hodnot. V případě severní části je početnost v podzimním úseku (II) téměř desetkrát vyšší než v úseku jarním (XI) (112 vs. 1 116 záznamů). V jižní části KNP šlo o zvýšení takřka třicetinásobné (67 vs. 1 889 záznamů). V jarním úseku (XI) byl parataxon *T. mauritanus* zaznamenán na polovině z celkového počtu bodů, na podzim (II) vystupuje jako eufrekventní, avšak většinou jen s nízkým počtem záznamů (Obrázek 40). Tendence k lokální agregaci je zřetelnější v severní části KNP.



Obrázek 40: Přehled záznamů parataxonu *T. mauritanus* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitou parataxonu v daném úseku.

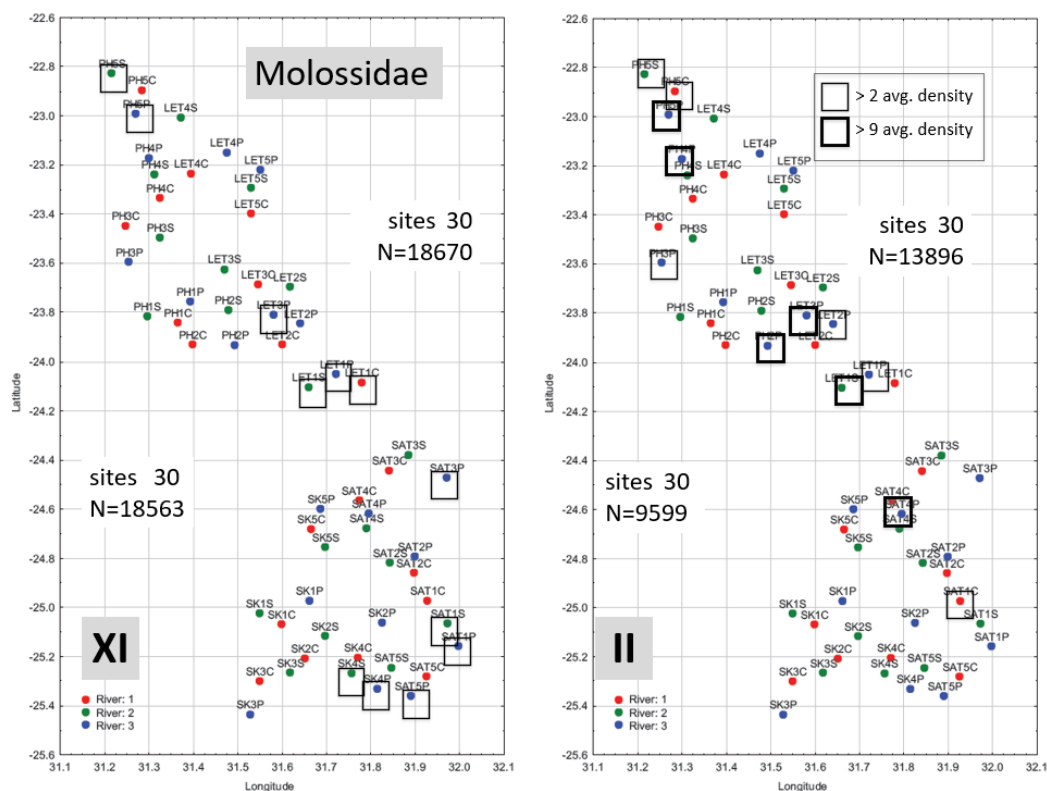
Záznamy u podzimních úseků (II) severní a jižní části charakterizují noční letovou aktivitu tohoto parataxonu (Obrázek 41) mírným poklesem v závěru první poloviny noci (resp. v půlnočních hodinách 0-1 hod. v jižní části). V severní oblasti je patrné těžiště aktivity v druhé části noci, v jižní oblasti je noční aktivita výrazně bimodální – s prvním vrcholem kolem 21. hodiny, s druhým kolem 3. hodiny ranní. V celkovém úhrnu počet záznamů v druhé polovině noci mírně převyšuje počty z první poloviny (1 519 – první polovina noci; 1 664 – druhá polovina noci).



Obrázek 41: Časová distribuce záznamů noční aktivity parataxonu *Taphozous mauritanus* v KNP.

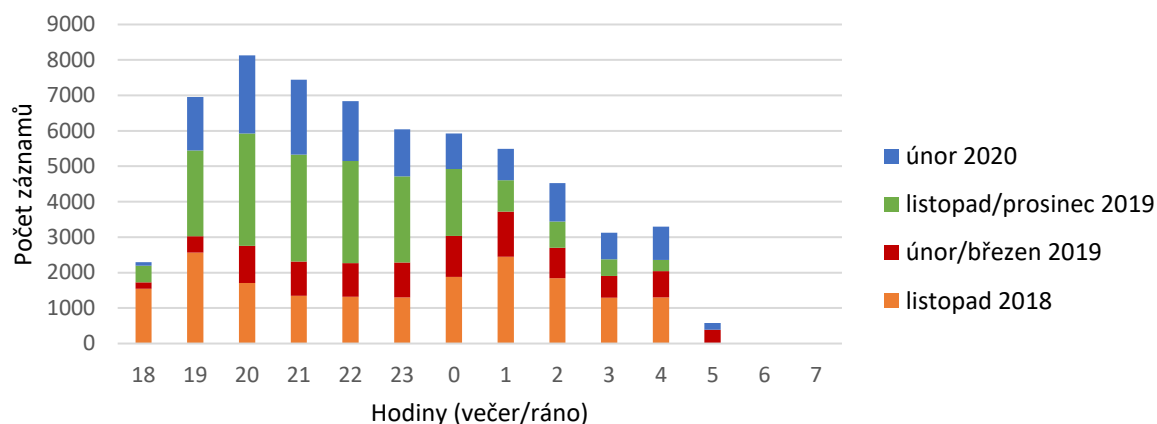
4.3.9 Molossidae

Celkový počet záznamů sběrného parataxonu Molossidae řádově převyšují počty záznamů předchozích parataxonů, jde jednoznačně o eufrekventní a eudominantní komponentu všech analyzovaných společenstev. Mezisezonní rozdíly jsou statisticky průkazné (Wilcoxonův test, $V = 593$, $p = 0,0179$), vykazují však ve srovnání s ostatními parataxony zcela opačný trend: výrazně vyšší početnosti v jarním (XI) úseku než v podzimním (II), a to jak v severní oblasti (136 %), tak zejména v jižní (267 %). Při rozdělení KNP na severní a jižní část vycházela rozdílnost aktivity na hranici průkaznosti pouze pro jižní část (Wilcoxonův test, $V = 135,5$, $p\text{-value} = 0,04715$). Výrazný mezisezonní rozdíl byl však zaznamenán v úrovni lokální agregace nálezů (Obrázek 42) – ta je výrazně rozvinuta v podzimním úseku (II), kdy v několika bodech přesahují lokální density 30násobek průměrných densit. Naopak při zvýšené abundanci jarního úseku (XI) je patrná spíše tendence k rovnoměrnému plošnému výskytu. Pro severní část KNP bylo pro tuto skupinu v období listopadu a prosince zaznamenáno 18 670 nahrávek, v únoru 13 896 nahrávek. Počet záznamů z jižní části v období listopadu činí 18 563 nahrávek, v únoru bylo zaznamenáno pouze 9 599 nahrávek.



Obrázek 42: Přehled záznamů sběrného parataxonu Molossidae v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitu parataxonu v daném úseku.

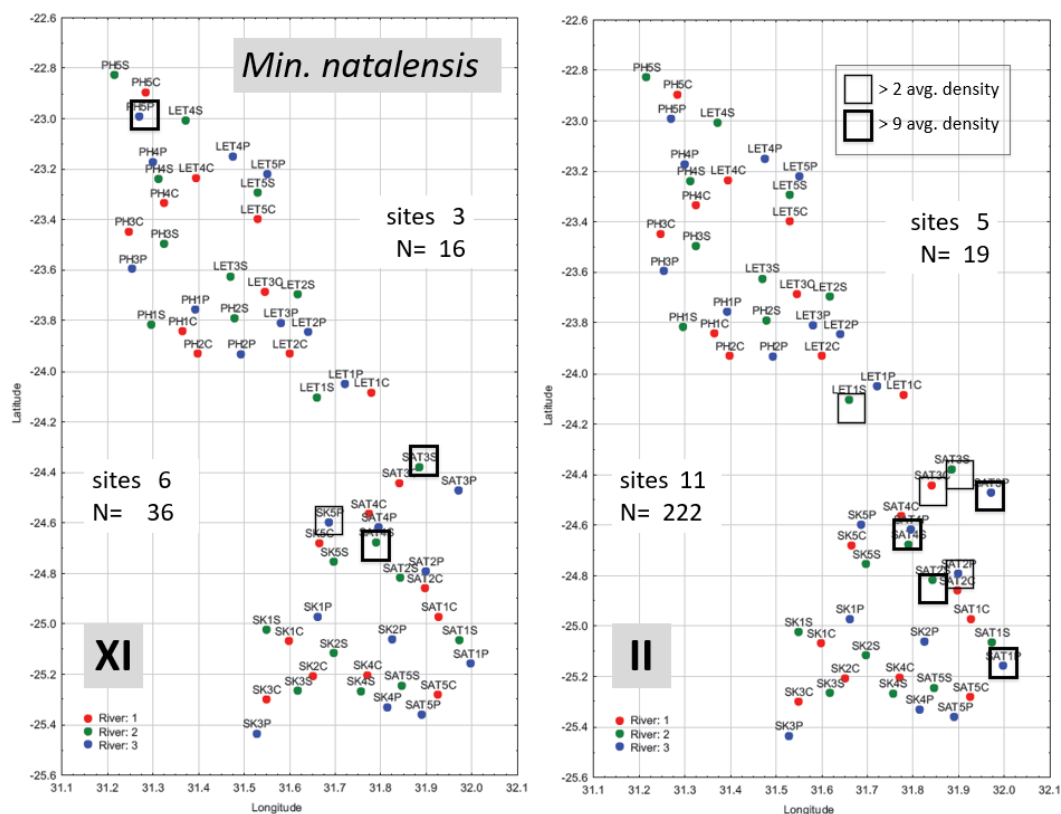
Noční letovou aktivitu parataxonu Molossidae (Obrázek 43) charakterisuje víceméně rovnoměrná distribuce početnosti v prvním úseku noci s mírným zvýšením kolem 20. hodiny. V severní oblasti je patrný jak v podzimním (II), tak v jarním (XI) úseku plynulý pokles početnosti v druhé polovině noci. V jižní oblasti má pak zejména v jarním úseku (XI) aktivita výrazný bimodální průběh s druhým vrcholem kolem 1.a 2. hodiny ranní. V celkovém úhrnu připadá vyšší aktivita na první polovinu noci (37 707 záznamů z první poloviny, 17 025 záznamů z druhé poloviny noci).



Obrázek 43: Časová distribuce záznamů noční aktivity skupiny Molossidae v KNP.

4.3.10 *Miniopterus natalensis*

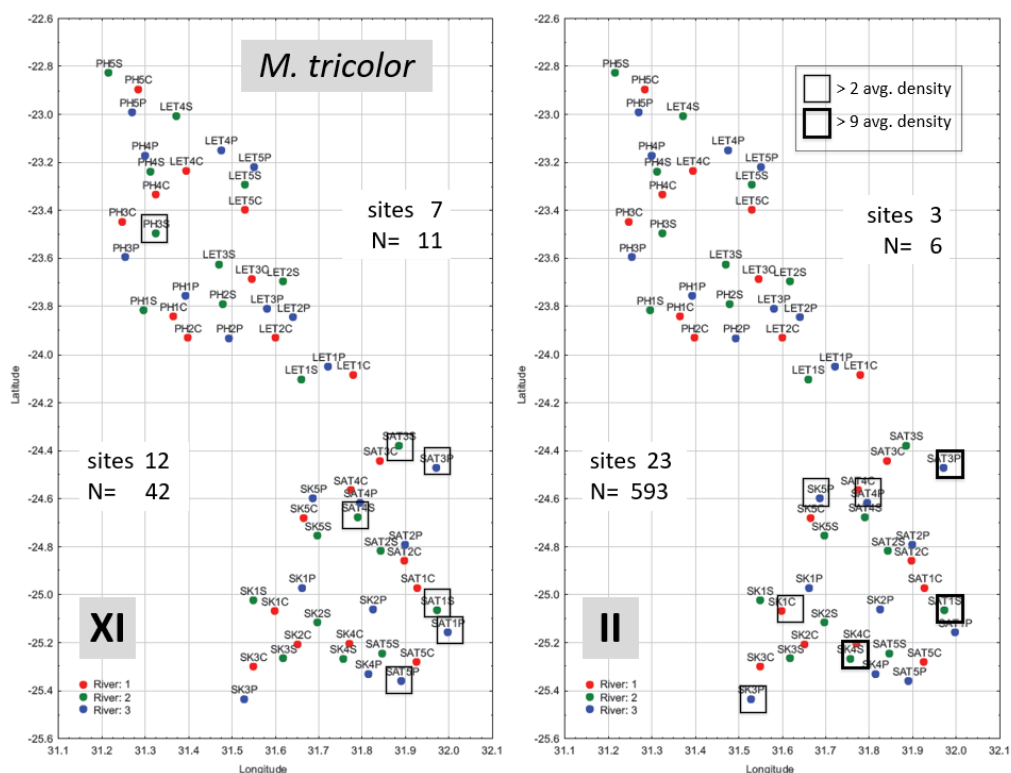
Parataxon *Miniopterus natalensis* patří v celkovém souboru k subrecedentním elementům se záznamem omezeným na velmi malý počet bodů (27 %) situovaných téměř výlučně v jižní oblasti (Obrázek 44). Zde je pak patrná velmi výrazná lokální agregace ve východní části této oblasti. V severní oblasti jsou záznamy omezeny jednak na severní bod PH5P, jednak na okrajové body sousedící s jižní oblastí. V tomto ohledu se distribuční charakteristiky tohoto parataxonu podobně jako v případě následujícího parataxonu výrazně odlišují od distribučních charakteristik ostatních elementů.



Obrázek 44: Přehled záznamů parataxonu *Miniopterus natalensis* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitu parataxonu v daném úseku.

4.3.11 *Myotis tricolor*

V celkovém souboru představuje parataxon *Myotis tricolor* subrecedentní element (Obrázek 45), s výjimkou pár záznamů prakticky chybí v severní oblasti KNP (s výjimkou bodů na jižních okrajích oblasti). Naprostá většina záznamů (99,7 %) pochází z jižní oblasti, kde se řadí k elementům recedentním. Plně to platí zejm. pro záznamy z podzimního období (593 záznamů vs. 42 záznamů z jarního úseku).



Obrázek 45: Přehled záznamů parataxonu *Myotis tricolor* v severní a jižní části KNP v jarním (XI) a pozimním (II) úseku (počet bodů, celková početnost) a distribuce bodů s densitou výrazně převyšující (2-9x, resp. >9x) průměrnou densitou parataxonu v daném úseku.

4.4 Struktura společenstev a kontextuální faktory

Celkový datový aparát tvoří soubor 120 základních časoprostorových vzorků (bod-datum a sezona XI, II) zahrnující dvojice jarních (IX) a podzimních (II) vzorků pro 30 bodů severní oblasti (N: skupiny LET a PH) a 30 bodů jižní oblasti (S: skupiny SK a SAT).

V následujících odstavcích jsou shrnuty výsledky srovnání cenologických charakteristik (abundance, dominance, diversita, ekvitabilita) jednotlivých vzorků, celého souboru získaných dat a hlavních podsouborů vymezených severní, resp. jižní oblastí a jarní (XI), resp. podzimní (II) sezonou. Vstupní datový aparát je k dispozici v Příloze 8.5 a Příloze 8.6, shrnující souborné údaje jsou v Tabulce 28 a Tabulce 29. Vedle struktury zaznamenaných společenstev hodnotíme i efekty různých kontextuálních proměnných. Jejich podrobný přehled je v Příloze 8.9.

4.4.1 Struktura společenstev

Základní cenologické charakteristiky celkového souboru a základních podsouborů jsou v Tabulce 28.

Tabulka 28: Souborný přehled průměrných abundancí a dominantních indexů jednotlivých parataxonů a počtu bodů v nichž byl daný parataxon zastoupen, v základním souboru (Celkem), a podsouborech vzorků se severní oblastí (N), jižní oblastí (S), jarních kontrol (XI) a podzimních kontrol (II). Poslední podsoubory jsou doplněny o koeficient variance dominance (CV) a kvantitativní charakteristiky distribuce druhových densit v jednotlivých typech lokalit (C, S, P). Tyto charakteristiky vyjadřují poměr součtu abundancí daného druhu v lokalitách příslušného typu vůči náhodnému rozdělení. Statisticky významné rozdíly proti náhodnému rozdělení jsou vyznačeny hvězdičkami (Sign.).

Celkový přehled

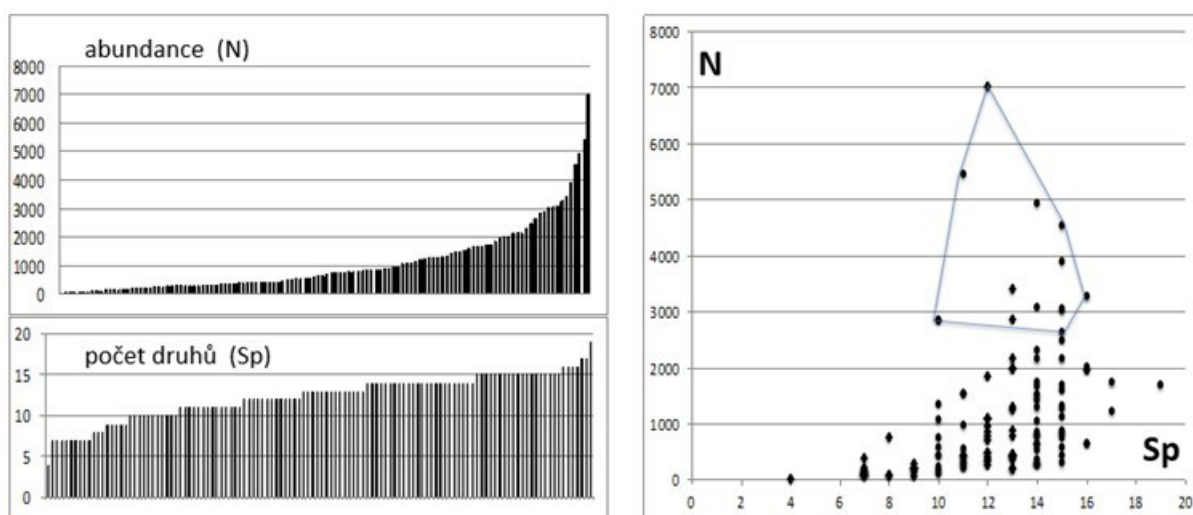
Celkový přehled										Sezonní rozdíly																					
Parataxy			Čekem			Sever (N)			Jih (S)			Xi			II																
abund., n			dom., %			sites			abund., n			dom., %			sites			abund., n			dom., %			sites							
												Distribuční crest season ang C avg S ang P			Distribuční crest season ang C avg S ang P						Distribuční crest season ang C avg S ang P										
															ang C avg S ang P						ang C avg S ang P										
EPTHOT			18270	15.66	59	10518	17.65	29	7752	13.59	30	4865	8.975	29	2.95	1.81	0.42	2.7	13405	21.48	59	3.53	0.35	0.65	0.96	3.94	0.55	0.89	7.23	***	
SCOOTIN			5144	4.41	59	2114	3.548	29	3030	5.311	30	2034	3.752	57	1.36	0.48	1.13	1.63	3110	4.983	60	3.94	0.55	0.89	7.23	3.69	0.83	1.94	5.9	***	
NEOCAP			6481	5.5572	60	3508	5.888	30	2973	5.211	30	2636	4.863	55	1.16	0.46	1.31	1.64	3845	6.16	60	3.69	0.83	1.94	5.9	4.97	0.65	0.59	0.58		
NYSCCH			15	0.0129	8	1	0.002	1	14	0.005	7	1	0.002	1	7.68	6			14	0.022	7	4.97	0.65	0.59	0.58						
NEONAN			10665	9.1449	45	4930	8.275	21	5735	10.05	24	3043	5.614	29	2.51	0.59	1.12	2.32	7622	12.21	43	3.87	0.19	1.04	8.29	3.87	0.19	1.04	8.29	***	
NEOZUL			3640	3.1212	56	1832	3.075	28	1808	3.169	28	1542	2.845	41	2.08	0.37	3.7	1.42	2088	13.61	54	3.46	0.52	1.57	5.7	3.46	0.52	1.57	5.7	***	
PIPHES			3257	2.7928	58	1323	2.221	30	1934	3.39	28	856	1.579	44	1.15	0.8	1.81	1.53	2401	3.847	58	3.84	0.61	2.65	4.88	3.84	0.61	2.65	4.88		
PIPHUS			3292	2.8228	54	587	0.985	25	2705	4.742	29	862	1.59	39	2.1	0.89	3.8	1.22	2430	3.893	55	3.95	0.61	2.59	5.4	3.95	0.61	2.59	5.4	***	
MINMAT			293	0.2512	21	35	0.059	6	258	0.652	15	52	0.086	4	3.61	1.15	6.97	9.23	241	0.386	16	3.58	0.42	1.52	2.9	3.58	0.42	1.52	2.9	*	
MYOTIS sp.			31	0.0266	9	0	0	0	31	0.054	9	13	0.024	4	4.99	1.5			18	0.029	6	3.54	1.19	0.76	0.07	3.54	1.19	0.76	0.07		
MYOTRI			267	0.2289	34	17	0.029	10	250	0.438	24	53	0.088	19	2.03	1.13	3.86	3.02	214	0.343	26	3.86	0.75	1.83	1.87	3.86	0.75	1.83	1.87		
OTOMAR			1429	1.2253	53	652	1.094	26	777	1.362	27	1367	2.52	50	2.04	0.64	2.24	1.46	62	0.099	15	3.88	1.41	0.34	1.3	3.88	1.41	0.34	1.3		
OTOMOP			13	0.0111	7	1	0.002	1	12	0.021	6	1	0.002	1	7.68	6			12	0.019	6	4.97	1.07	0.38	0.35	4.97	1.07	0.38	0.35		
MOPMID			3993	3.3467	57	2158	3.622	30	1745	3.059	27	3387	6.248	55	1.84	0.67	2.05	1.22	516	0.827	35	3.92	0.86	0.96	3.4	3.92	0.86	0.96	3.4	***	
CHAUNS			8175	7.0098	59	3631	6.095	30	4844	7.965	29	6756	12.46	60	1.14	0.57	1.68	1.3	1419	2.273	51	3.98	0.99	0.96	5.1	3.98	0.99	0.96	5.1	***	
TAOAE6			20158	17.2848	60	9796	16.44	30	10362	18.16	30	13102	24.17	60	1.02	0.49	1.14	1.45	7056	11.3	59	3.98	0.8	0.75	5.88	3.98	0.8	0.75	5.88	***	
CHAPUM			25892	22.0900	60	16104	27.03	30	9588	16.81	30	12543	23.14	58	1.73	0.92	0.55	1.54	13149	21.07	60	3.68	0.73	1.37	7.95	3.68	0.73	1.37	7.95	***	
MOLCOSID 45			748	0.6414	49	531	0.891	20	217	0.38	9	526	0.97	20	2.87	0.29	1.26	3.05	222	0.356	21	3.36	0.2	2.55	1.44	3.36	0.2	2.55	1.44		
MOPCON			1358	1.1644	28	224	0.376	21	1134	1.988	28	77	0.142	19	2.55	1.04	1.36	3.54	1281	2.052	48	3.42	0.38	1.24	5.2	3.42	0.38	1.24	5.2	***	
TAPMAU			3184	2.7302	58	1228	2.061	28	1956	3.429	30	179	0.33	30	2.33	0.66	2.4	2.61	3005	4.815	57	3.48	0.55	0.65	7.11	3.48	0.55	0.65	7.11	***	
RHICAP			14	0.0120	3	1	0.002	1	13	0.023	2	9	0.017	1	7.68	0	0	2	5	0.008	3	3.9	1.16		0.32	3.9	1.16		0.32		
RHICAF			0	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0	0	0										
RH105			17	0.0146	7	16	0.027	6	1	0.002	1	4	0.007	3	4.64	0	0	2	13	0.021	4	3.15	0	0.88	0.99	3.15	0	0.88	0.99		
RH104			1	0.0009	1	1	0.002	1	0	0	0	0	0	0	7.68	0	0	2	0	0	0										
RH15M			2	0.0017	1	0	0	0	2	0.004	1	2	0.004	1	7.68	0	6	0	0	0	0										
RH18M			0	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0	0	0										
RH18M			5	0.0043	4	4	0.007	3	1	0.002	1	3	0.006	3	4.36	0	0	2	2	0.003	1	3.36	0	1.58	0.32	3.36	0	1.58	0.32		
RH18M			8	0.0069	3	3	0.005	1	5	0.009	2	0	0	0					8	0.013	3										
RH18M			6	0.0051	3	3	0.005	1	3	0.005	2	0	0	0					6	0.01	3										
RH18M			36	0.0309	12	16	0.027	7	20	0.035	5	8	0.015	3	5.88	0	0	2	28	0.045	9	3.04	1.24	0.86	0.19	3.04	1.24	0.86	0.19		
RH18M			148	0.1269	14	9	0.015	1	139	0.244	13	136	0.251	11	3.19	0.6	3.62	0.4	12	0.019	3	3.35	0.48	1.32	0.08	3.35	0.48	1.32	0.08		
RH18M			342	0.2933	28	330	0.554	24	12	0.021	4	146	0.269	22	3.48	0.99	0.21	1.27	196	0.314	16	3.21	1.31	0.77	2.3	3.21	1.31	0.77	2.3		
RH18M			29	0.0249	11	3	0.005	3	26	0.046	8	4	0.007	4	3.74	0	1.5	1.5	25	0.04	8	3.17	0.23	2.14	0.28	3.17	0.23	2.14	0.28		
CELKEM (n)			116623		60	59576		30	57047		30	54208		60	3.56	0.95	2.34	2.08	62415		60	3.7	0.65	1.2	3.08	3.7	0.65	1.2	3.08	***	
Molosiidae			60778	52.71		32566	54.66		28162	49.37		37233	68.69		2.61	1.33	1.47	1.94	23495	37.64		3.98	0.89	0.86	4.17	3.98	0.89	0.86	4.17	***	
Vespertilionidae			52103	44.04		25396	41.74		26707	46.44		16483	29.44		2.88	1.37	3.91	2.75	35620	56.71		3.8	0.57	1.55	3.75	3.8	0.57	1.55	3.75	***	
Molosi/Vesp			1.166	1.197		1.282	1.31		1.054	1.063		2.259	2.333		0.91	0.97	0.38	0.71	0.66	0.664		1.05	1.56	0.55	1.11	1.05	1.56	0.55	1.11		

Dominanční kostru celkového souboru tvoří tři eudominantní ($d > 10\%$) parataxony (*Ch. pumilus*, *T. aegyptiaca*, *E. hottentotus*) a 3(4) parataxony dominantní ($d > 5\%$): *A. nana* (eudominantní element v jižní oblasti), *Ch. ansorgei* a *L. capensis* (v jižní oblasti též *S. dinganii*). Tyto parataxony vystupují spolu s dalšími pěti jako elementy eukonstatní (tj. zastoupené ve více než 90 % vzorků) - tři z nich byly zastíženy ve všech vzorcích (*Ch. pumilus*, *T. aegyptiaca* a *L. capensis*), další tři chyběly pouze v jednom vzorku (*E. hottentotus*, *S. dinganii* a *Ch. ansorgei*), další dva pouze ve dvou (*Taphozous mauritanus*, *P. hesperidus*), mezi eukonstatní elementy patřily pak též *M. midas*, *N. zuluensis* a *P. rusticus*. V nadpolovičním počtu vzorků byly zastíženy ještě další tři parataxony: *A. nana*, *M. condylurus* a *Myotis tricolor*.

Obecně lze tedy konstatovat, že jak v druhovém složení, tak v dominantní struktuře je patrný vysoký stupeň vzájemné podobnosti jednotlivých vzorků. Tento závěr potvrzují i výsledky provedených kvantitativních analýz (Příloha 8.7 a Příloha 8.9).

Jaccardův index podobnosti druhového složení (J_c) se v rámci souboru všech vzorků pohybuje v rozmezí 0,306 - 0,737 (průměr 0,634), poměrně vysokou míru strukturní podobnosti ukazuje i Bray-Curtisův index odlišnosti dominantní struktury (BC) pohybující se v rozmezí 0,089-0,414 s průměrem 0,317. Zvláštní pozornosti s ohledem k níže konstatovaným rozdílům zasluhuje skutečnost, že v těchto souborných cenologických charakteristikách nejsou patrné zásadní rozdíly ani při mezisezonním srovnání (XI vs. II), i když průměrná míra podobnosti druhového složení je v jarním úseku (XI) poněkud nižší než na podzim (II): J_c (XI) = 0,623 (0,363-0,711) vs. J_c (II) = 0,723 (0,508-0,799), souběžně s nevýrazným zvýšením průměrné hodnoty indexu odlišnosti dominantní struktury: BC (XI)=0,353 (0,102-0,452) vs. BC (II)=0,367 (0,164-0,459). Podobně vyrovnaný charakter vykazuje i druhová diverzita (H^*) s průměrnou hodnotou 1,672 (0,870-2,266) v jarním období (XI) resp. 1,846(0,850-2,380) v podzimním (II) s vysokou komponentou ekvitability: 0,708 (0,406-0,886) a 0,682 (0,444-0,873).

Celková abundance v jednotlivých vzorcích se pohybovala v rozmezí 22-7003 záznamů (průměr 1090), počet identifikovaných parataxonů byl 4–19 (průměr 12,3). Distribuce abundancí i počtu druhů v celkovém souboru odpovídá normálnímu rozložení (srv. Obrázek 46)

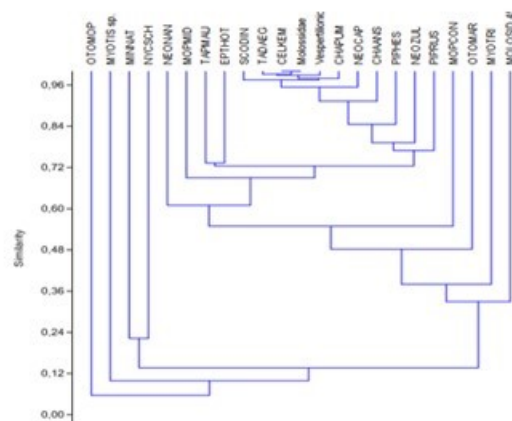
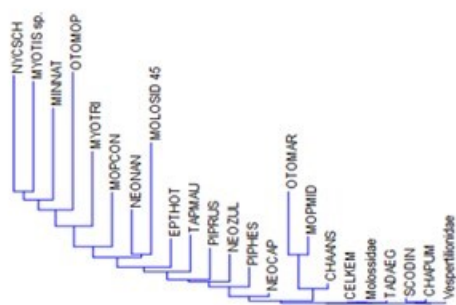


Obrázek 46: Numerická distribuce celkových abundancí a počtu parataxonů v jednotlivých vzorcích (vlevo), vzájemná distribuce obou proměnných s vyznačením skupiny výrazně odlišných vzorků – viz text (vpravo).

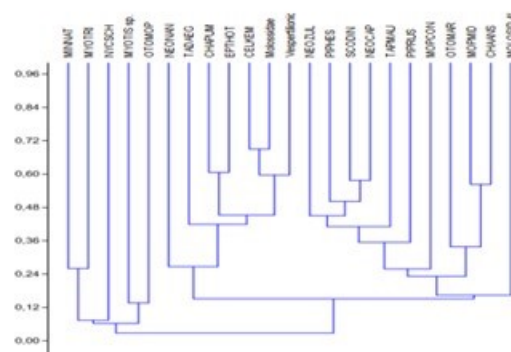
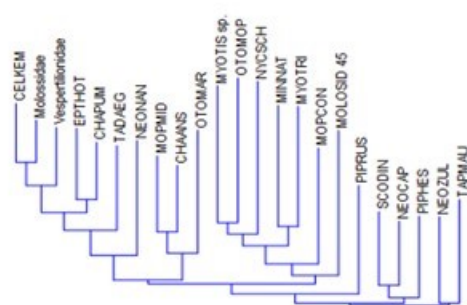
Počet identifikovaných parataxonů je vcelku rovnoměrně škálován s celkovou abundancí jednotlivých vzorků (Obrázek 46). Od obecného trendu se nápadně odlišují soubory LET3PII a XI, LET1SII a XI, LET1PXI, LET1CXI, SAT1PXI, SAT4PII, SK4PXI, SAT5CII. Tato skupina souborů s výrazně nadstandardní početností se od průměrných hodnot v celém souboru a hlavních podsouborech liší jak v některých cenologických charakteristikách, tak v hodnotách některých kontextuálních proměnných. Zmíněných 12 záznamů (tj. 10 % všech vzorků) zahrnuje 32,3 % celkové abundance (36,11 % v případě Molossidae, 28,2 % Vespertilionidae). Výrazně zvýšené zastoupení zde má *E. hottentotus* (40 % úhrnné abundance druhu) s dominancí o 27 % vyšší než průměrná hodnota v celém souboru a *N. zuluensis* (33 % záznamů druhu) s dominancí zvýšené proti průměrné hodnotě o 5 %. Naopak, podíl ostatních druhů Vespertilionidae je zde proti průměrným hodnotám výrazně snížen. Početnostní poměr Molossidae/Vespertilionidae je oproti průměru zvýšen o 84 %. Výrazná zvýšení početnosti Molossidae se však týká pouze tří parataxonů Molossidae (*Ch. pumilus*, *T. aegyptiaca* a *M. condylurus*), u ostatních je patrné spíše snížení hodnot dominance proti průměru, velmi nápadné zejm. u velkých forem - *M. midas* (o 39,3 %), *O. martiensseni* (o 77,0 %). Průkaznými kontextuálními odlišnostmi tohoto souboru bodů s nejvyšší abundancí netopýrů jsou zvýšené hodnoty pro diverzitu vegetace (rozdíl 22 %), o 8% vyšší hodnoty pokryvnosti stromového patra, vyšší druhová rozmanitost ptáků (20 %) a výrazně vyšší průměrné a maximální hmotnosti hmyzu z nočních lapačů.

Prostorovou distribuci vzorků s nejvyšší abundancí a s nejvyšším počtem zastižených parataxonů ukazuje Obrázek 47. Je zřejmá jejich převaha v jižní, resp. střední části KNP.

Společná přítomnost (Jc)

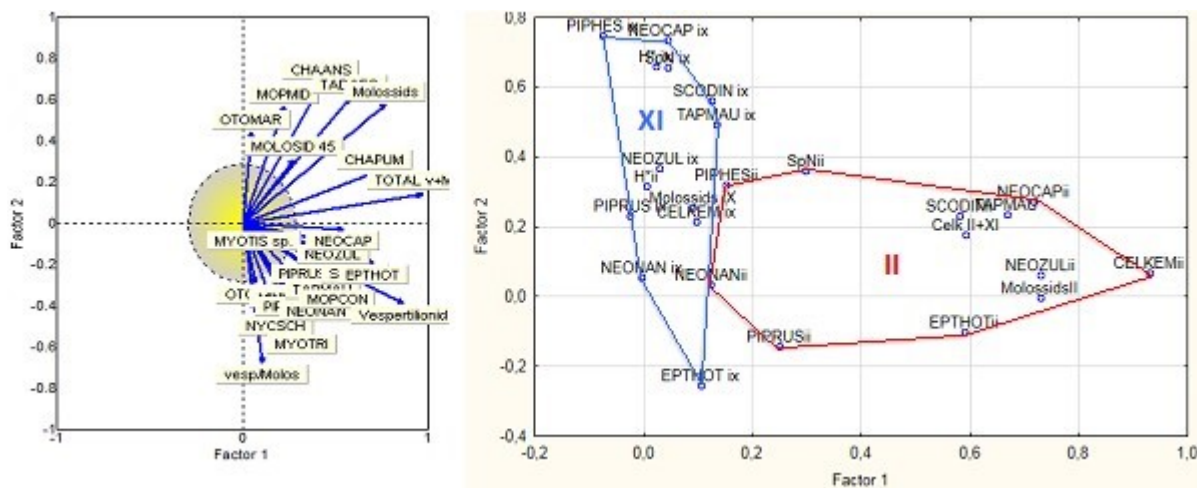


Podobnost dominancí (BC)



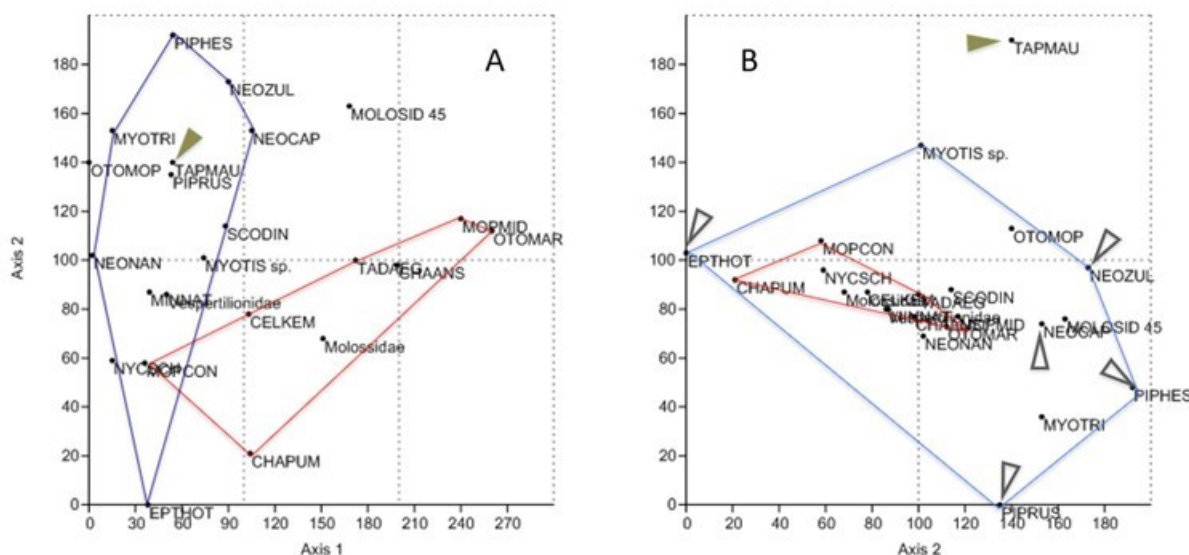
Obrázek 48: Shluková analýza indexu společné přítomnosti jednotlivých parataxonů (nahore) a podobnosti dominancí (dole). Vlevo: metoda nearest neighbour, vpravo UPGMA.

Výsledky faktorových analýz rozšiřují tento závěr poukazem k základní vnitřní strukturaci společenstva – tou je v první řadě vzájemná podobnost parataxonů Molossidae a zřetelná odlišnost této skupiny od většiny parataxonů Vespertilionidae (Obrázek 49 a Obrázek 50). Polaritu výskytové a dominanční dynamiky obou skupin lze tedy chápat jako základní cenologickou charakteristiku zkoumaných společenstev. V přehledových tabulkách (srv. např. Tabulka 28) je zohledněna indexem podílu abundancí těchto skupin.



Obrázek 49: Výsledky faktorové analýzy: vlevo – PCA celkového souboru abundancí, patrná zřetelná odlišnost Molossidae a Vespertilionidae, vpravo – PCA (principal axis extraction) abundančních dat (parataxoný Molossidae sdruženy do souborné skupiny "Molossids"), diverzity (H^*) a druhového bohatství (S) pro podsoubory jarních (II) a podzimních (XI) záznamů (F1, F2 varimax normalized) – je patrná velmi výrazná odlišnost poměrů v obou srovnávaných sezónách.

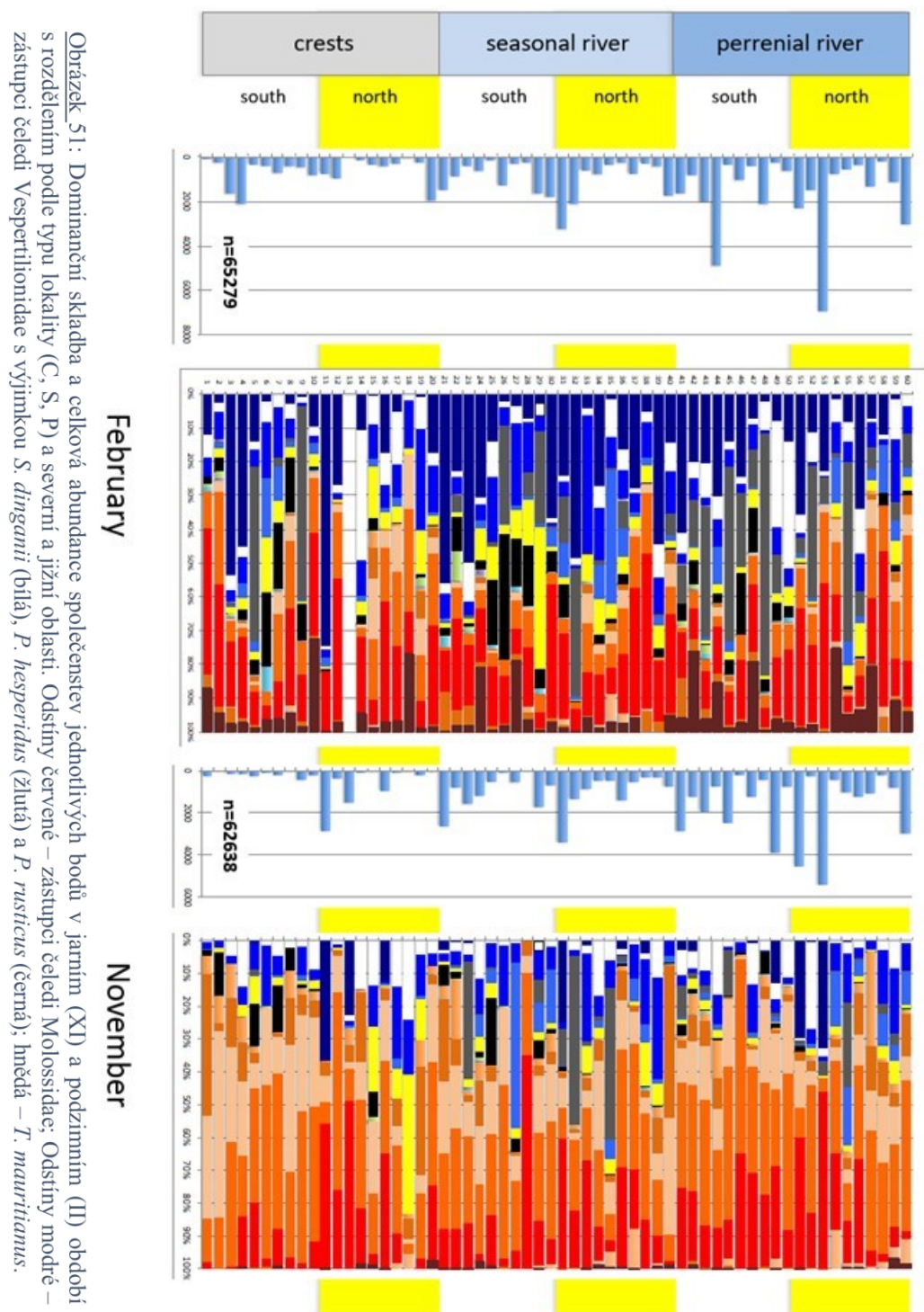
Uvedenou polaritu, kterou v korespondenční analýze (Obrázek 50) postihují první dvě faktorové proměnné, dále doplňují (v projekci druhé a třetí faktorové proměnné) zřetelná specifika jednotlivých dominantních elementů Vespertilionidae, s výrazně vzdálenou pozicí *Pipistrellus rusticus*, a zejména pak odlišnost poměrů *Taphozous mauritanus* od ostatních parataxonů.



Obrázek 50: Výsledky detrendované korespondenční analýzy abundančních dat jednotlivých parataxonů (A: A1 vs. A2, B: A2 vs. A3). Jsou zřejmé obecné odlišnosti Vespertilionidae a Molossidae a specifické poměry *Taphozous mauritanus* a dominantních forem Vespertilionidae (*E. hottentotus*, *N. zuluensis*, *L. capensis*, *P. hesperidus* a *P. rusticus*).

4.4.2 Variabilita struktury společenstev a její zdroje

Přes shora uvedené obecné shodné rysy vykazuje celkový soubor vzorků nemalou proměnlivost. Názorným vyjádřením této skutečnosti je grafický přehled složení jednotlivých vzorků zohledňující tři vstupní kontextuální proměnné: oblast (N, S), sezónu (XI, II) a typ lokality (C, S, P) (Obrázek 51).



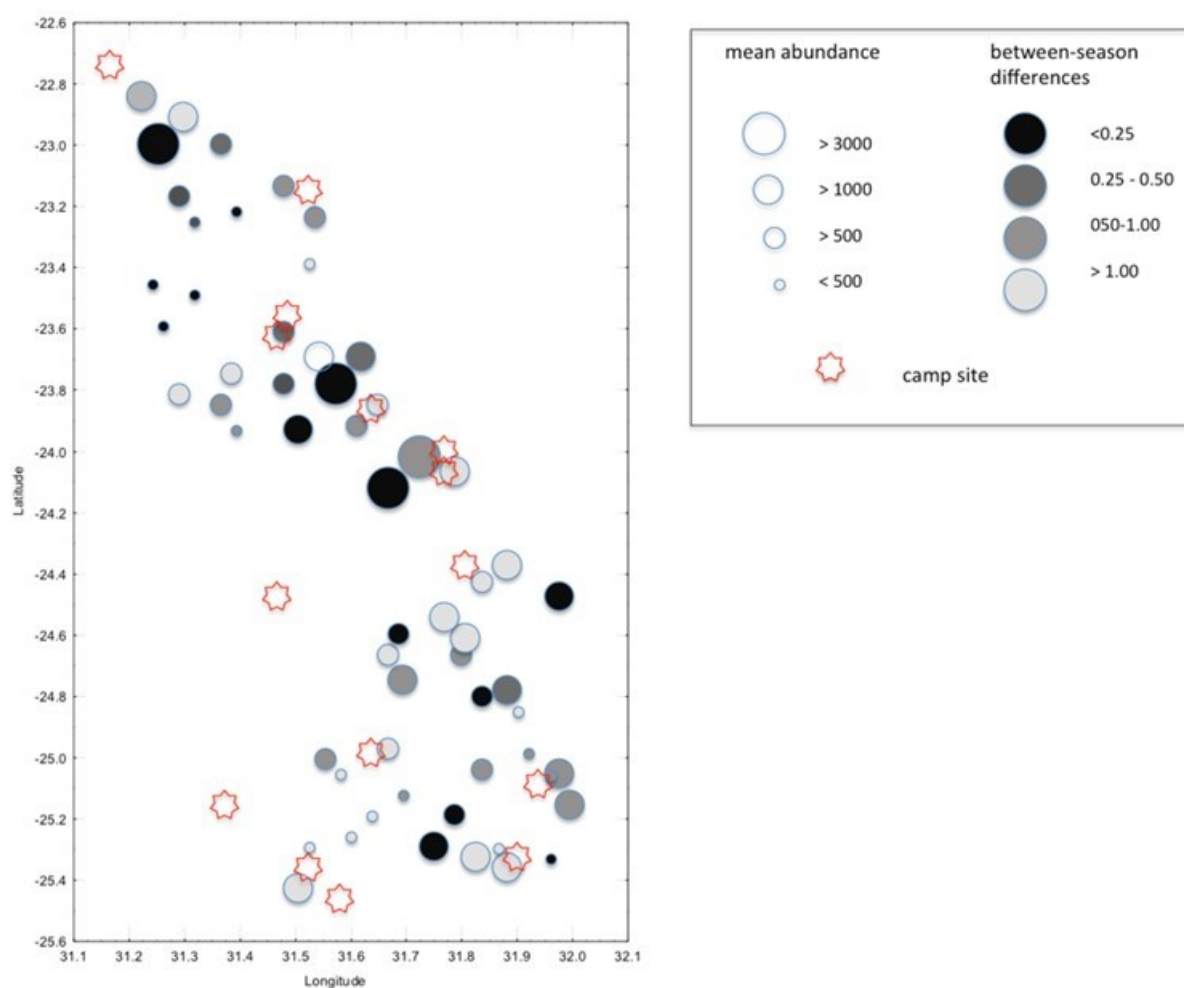
Efekt uvedených základních kontextuálních proměnných (doplněných o souhrnné indexy vegetační struktury a vzdálenost k nejbližšímu campu) byl analyzován prostřednictvím jednocestné analýzy variance (ANOVA). Výsledky naznačují, že v případě celkové abundance jednotlivých vzorků vystupují jako průkazné vysvětlující faktory zejména úhrnné charakteristiky vegetačního krytu (P2PLANTFULL – $F=5,670$, $p=0.019$) a typ lokality (C, S, P – tj. blízkost řeky, resp. charakter vodního toku – $F=3,661$, $p=0,029$). Pro abundanci obou hlavních složek společenstva (Molossidae a Vespertilionidae) se vedle těchto faktorů průkazně uplatňuje i efekt oblasti (N/S), u některých vzorků pak efekt vzdálenosti bodu od campu. Klíčovým faktorem, který výrazně převyšuje efekt uvedených faktorů je efekt sezony. Jako určující faktor vystupuje zejména v kontextu abundance Vespertilionidae a početnostního poměru obou hlavních složek společenstva ($F=18,497$ $p < 0.0001$, $F=31,599$, $p < 0.0001$).

Podrobnější srovnání průměrných hodnot jednotlivých cenologických parametrů v jednotlivých sezónách severní a jižní oblasti poskytuje Tabulka 29. I zde je patrné, že ve většině cenologických proměnných jsou mezisezonní rozdíly výrazně silnější než analogické rozdíly mezi severní a jižní oblastí.

Tabulka 29: Frekvence, abundance a dominance jednotlivých parataxonů v podsuborech severní (N) a jižní (S) oblasti v jarní (XI) a podzimní sezoně (I) a srovnání rozdílů dominancí a frekvencí mezi nimi.

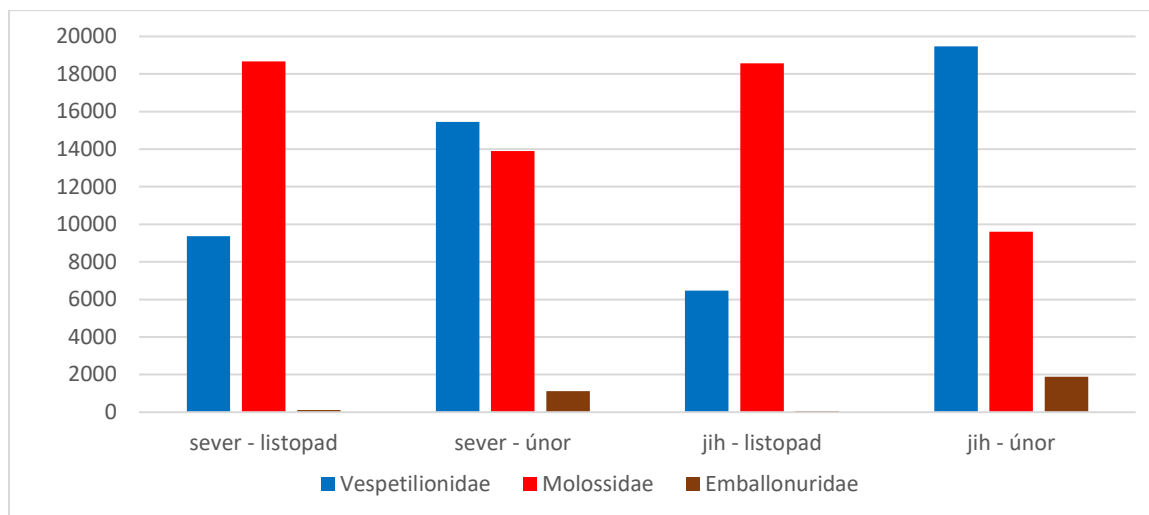
Parataxony	S xi			N xi			S II			N II			Dominance					Frekvence				
	frekv.	abund.	dom	frekv.	abund.	dom	frekv.	abund.	dom	frekv.	abund.	dom	Celkem	N-S	XI-I	XI-II	N	S	Celkem	N-S	XI-I	XI-II
	EPTHOT	16	679	2.66	13	4186	14.58	30	7073	22.43	29	6332	20.44	4.07	-12.50	-5.85	-19.76	-1	-30	-16	-14	
	SCODIN	27	1350	5.29	30	684	2.38	30	1680	5.33	30	1430	4.46	-1.76	-1.23	-2.08	-0.03	-1	-3	0	-3	
	NEOCAP	27	1230	4.82	28	1406	4.90	30	1743	5.53	30	2102	6.84	0.68	-1.30	-1.94	-0.70	0	-5	-2	-3	
	NYCSCH	1	1	0.00	0	0	0.00	6	13	0.04	1	1	0.00	-0.02	-0.02	0.00	-0.04	-6	-6	-1	-5	
	NEOMAN	13	1273	4.99	16	1770	6.17	24	4462	14.15	19	3160	10.31	-1.78	-6.60	-4.14	-9.16	-3	-14	-3	-11	
	NEOZUL	18	786	3.08	23	756	2.63	27	1022	3.24	27	1076	3.49	-0.09	-0.52	-0.86	-0.16	0	-13	-4	-9	
	PIPHIES	21	421	1.65	23	435	1.52	29	1513	4.80	29	888	2.89	-1.17	-2.27	-1.37	-3.15	2	-14	-6	-8	
	PIPRUS	26	734	2.88	13	128	0.45	30	1971	6.25	25	459	1.49	-3.76	-2.30	-1.05	-3.37	-4	-16	-12	-4	
	MINNAT	6	36	0.14	3	16	0.06	11	222	0.70	5	19	0.06	-0.39	-0.29	-0.01	-0.56	-9	-7	-2	-5	
	MYOTIS sp.	4	13	0.05	0	0	0.00	6	18	0.06	0	0	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.01	-9	-2	0	-2
MYOTRI	12	42	0.16	7	11	0.04	23	208	0.66	3	6	0.02	-0.41	-0.25	0.02	-0.49	-14	-7	4	-11		
OTOMAR	27	774	3.03	23	594	2.07	2	15	0.05	13	59	0.18	-0.27	2.42	1.89	2.99	-1	35	10	25		
OTOMOP	0	0	0.00	1	0	0.00	6	0	0.00	0	0	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00	-5	-5	1	-6		
MOPMID	27	1662	6.52	28	1725	6.01	15	83	0.26	20	433	1.38	-0.02	-0.02	0.00	0.00	3	20	8	12		
CHAANS	30	4199	16.46	30	2557	8.91	23	345	1.09	28	1074	3.49	-1.87	10.19	5.42	15.37	1	9	2	7		
TADAEG	30	7769	30.46	30	5333	18.58	30	2593	8.22	29	4463	14.51	-1.72	12.86	4.07	22.24	1	9	2	7		
CHAPUM	29	4102	16.08	29	8441	29.41	30	5486	17.39	30	7663	24.87	10.22	2.07	4.54	-1.31	0	-2	1	-1		
MOLOSID 45	6	149	0.58	14	377	1.31	4	68	0.22	17	154	0.50	0.51	0.61	0.81	0.37	11	-1	-3	2		
MOPCON	12	57	0.22	7	20	0.07	30	1077	3.41	18	204	0.66	-1.61	-1.91	-0.59	-3.19	-7	-29	-11	-18		
TAPMAU	13	67	0.26	17	112	0.39	30	1889	5.99	27	1116	3.64	-1.37	-4.48	-3.25	-5.73	-2	-27	-10	-17		
RHICAP	1	9	0.04	0	0	0.00	2	4	0.01	1	1	0.00	-0.02	0.01	0.00	0.02	-1	-1	-2	-1		
RHICAF	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0		
RHILIOS	1	1	0.00	2	3	0.01	0	0	0.00	4	13	0.04	0.03	-0.01	-0.03	0.00	5	-1	-2	1		
RHILUM	0	0	0.00	1	1	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	1	1	0		
RHISIM	1	2	0.01	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-1	1	0	1		
RHIRHO	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0		
HIPCAF	1	1	0.00	2	2	0.01	0	0	0.00	1	2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	2	2	1	1		
UNK75	0	0	0.00	0	0	0.00	2	5	0.02	1	3	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-1	-3	-1	-2		
75	0	0	0.00	0	0	0.00	2	3	0.01	1	3	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-1	-3	-1	-2		
35	0	0	0.00	3	8	0.03	5	20	0.06	4	8	0.03	-0.01	-0.03	0.00	-0.06	2	-6	-1	-5		
37	11	136	0.53	0	0	0.00	2	3	0.01	1	9	0.03	-0.23	0.23	-0.03	0.52	-12	8	-1	9		
spectral	4	12	0.05	18	134	0.47	0	0	0.00	16	196	0.63	0.53	-0.04	-0.16	0.05	20	6	2	4		
NoID	2	2	0.01	2	2	0.01	7	24	0.08	1	1	0.00	-0.04	-0.03	0.00	-0.07	-5	-4	1	-5		
CELKEM (n)	11.09	25507	100	11	28701	100	13.21	31540	100	12.424	30875	100.00					37	18	4	18		
Modosidae	20.13	18563	72.78	20.25	18670	65.05	17.5	9599	30.43	19.375	13886	45.10	5.30	31.04	19.95	42.34	28	102	37	75		
Vespertilionidae	15.55	6714	26.32	14.18	9769	34.04	22.36	19993	63.39	18	15627	50.50	-4.70	-27.28	-16.47	-37.07	49	117	50	75		
Mobos/Vesp	1.295	2.765	2.765	1.428	1.911	1.911	0.783	0.48	0.48	1.0764	0.912	0.91	0.25	1.67	1.00	2.28	0.57	0.87	0.74	0.95		

Celkový procentuální rozdíl v dominantní struktuře společenstva mezi severní a jižní oblastí činí 30,9 %, rozdíl v průměrném podílu Vespertilionidae 5,72 %, v průměrném podílu Molossidae 5,20 %. Mezisezonní rozdíl dominantní struktury v celém souboru činí v průměru 62,80 %, v podílu Vespertilionidae jde o 36,73 %, Molossidae 31,05 %. V objemu mezisezonních rozdílů dominantní struktury se nicméně velmi zřetelně liší podsoubor severní a jižní oblasti. Na severu je průměrný rozdíl 42,77 % (26 % Vespertilionidae, 20,3 % Molossidae), v jižní oblasti jde o 95,68 % (37,07 % Vespertilionidae, 42,35 % Molossidae). Souborně tuto skutečnost ilustruje Obrázek .



Obrázek 52: Průměrná abundance celkových vzorků (avg. n) na jednotlivých lokalitách a velikost mezisezonního rozdílu abundance (ABS (nII-nIX) / avg n).

Výrazné mezisezonní rozdíly jsou patrné takřka ve všech cenologických parametrech i v charakteru výskytu a distribuci dominancí jednotlivých parataxonů. Rozsah odlišností je dobře patrný na výsledcích faktorové analýzy dominantních charakteristik i na srovnání základních abundančních charakteristik hlavních zastoupených čeledí (Obrázek 51).



Obrázek 51: Srovnání celkových abundancí Vespertilionidae, Molossidae a Emballonuridae v jarním (XI) a podzimním (II) období severní a jižní oblasti.

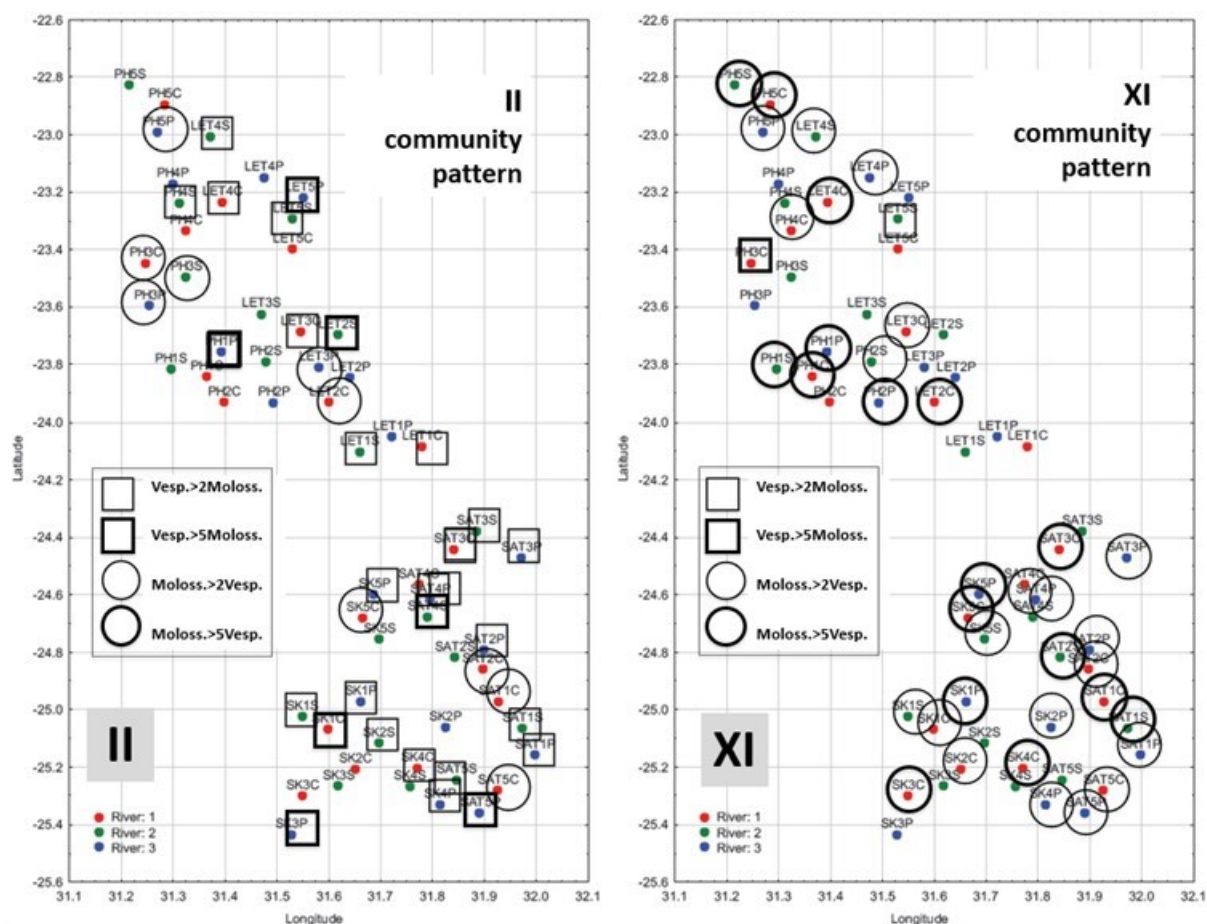
Čeď Molossidae v celém KNP charakterizují výrazně vyšší abundance v jarním období (XI) proti období podzimnímu (II) (Wilcoxonův test, $V = 593$, $p = 0.018$). Rozdíl v severní část už není ovšem statisticky průkazný (Wilcoxonův test, $V = 165$, $p = 0.1706$), pro jižní část je na hranici průkaznosti (Wilcoxonův test, $V = 135,5$, $p = 0.04715$).

Opačné a zřetelně výraznější rozdíly celkové abundance byly konstatovány v případě čeledi Vespertilionidae. Podzimní abundance velmi výrazně přesahují abundance jarní (Wilcoxonův test, $V = 1547$, $p < 0.0001$). Výsledek je statisticky průkazný pro severní i jižní část KNP zvlášť (Wilcoxonův test, jižní část: $V = 404,5$, $p = 0.0004194$, severní část: $V = 377$, $p = 0.003057$).

Vysoce průkazný mezisezonní rozdíl abundance analogický poměrům čeledi Vespertilionidae vykazuje i jediný zástupce čeledi Emballonuridae – *Taphozous mauritanus*. Týká se to celého KNP (Wilcoxonův test, $V = 1690$, $p < 0,0001$), severní i jižní části zvlášť (Wilcoxonův test v obou případech: $p < 0,0001$).

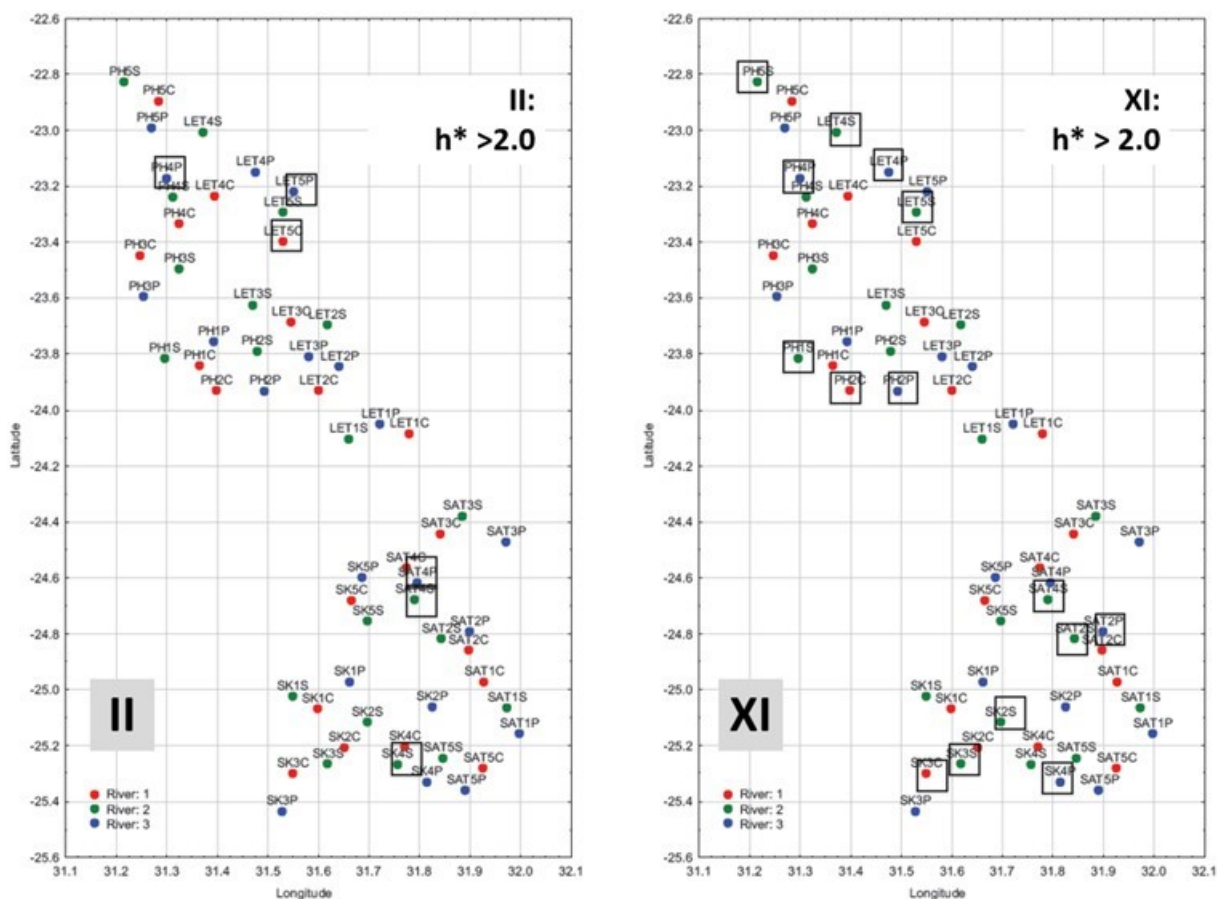
Mezisezonní rozdíly v abundanci obou hlavních skupin předznamenávají velmi výrazné odlišnost struktury loveckých společenstev v obou časových úsecích (Obrázek 52). Zatímco v jarním období (XI) jsou takřka plošně, téměř ve všech lokalitách, absolutně dominantní složkou zástupci Molossidae (v 37 lokalitách s více než dvojnásobnou převahou nad Vespertilionidae), na podzim je poměr obou čeledí spíše vyrovnaný (Molossidae převažují pouze v 10 lokalitách) a na 28 je podíl Vespertilionidae proti Molossidae více než dvojnásobný. Týká se to i severní oblasti, kde mezisezonní abundanční rozdíl Molossidae není průkazný. Tato skutečnost naznačuje významné mezisezonní rozdíly v charakteru disperze čeledi Molossidae

s plošným využíváním rozptýlených zdrojů v jarním období a agregovaným výskytem v období podzimním. Vyšší prostorové agregaci v podzimním období nasvědčuje i prostorová distribuce abundančních dat Vespertilionidae.



Obrázek 52: Distribuce bodů s výraznou převahou Molossidae (kroužky) resp. Vespertilionidae (čtverce) v podzimním (II) a jarním (XI) období.

V dobrém souladu s tímto závěrem jsou i výsledky srovnání prostorové distribuce druhových denzit (Tabulka 28) ukazující výrazné soustředění populace do troficky nejatraktivnějších lokalit s vodním tokem. Odpovídá tomu pak i mezisezonní srovnání prostorové distribuce druhové diverzity jednotlivých vzorků (Obrázek 55), obecně vykazující v podzimním období nižší průměrné hodnoty (srv. $h^*_{II}=1,672$ vs. $h^*_{XI}=1,846$). Nízký počet lokalit s vysokou diverzitou v podzimním období naznačuje převahu lokálních prvků s vysokou abundancí, zvýšení diverzity loveckých společenstev v jarním období ukazuje na kombinaci lokálních složek (Vespertilionidae) s pravidelnou přítomností elementů s velkou prostorovou aktivitou (Molossidae).



Obrázek 53: Distribuce bodů s nejvyšší druhovou diverzitou ($h^* > 2.0$) v podzimním (II) a jarním (XI) období.

Orientačním krokem k analýze environmentálních souvislostí shora konstatovaných skutečností i nezanedbatelných mezidruhových rozdílů v charakteru výskytu byla korelační analýza dominantní struktury jednotlivých vzorků s maticí různých kontextuálních faktorů, z podstatné části poskytnutých řešitelským kolektivem projektu MOSAIK (viz výše). Výsledky jsou shrnuty v Tabulce 30.

Tabulka 30: Korelační koeficienty (Pearson r) abundanci jednotlivých druhů, resp. dalších cenologických charakteristik v souboru všech základních vzorků (df=119) a jednotlivých kontextuálních proměnných (vysvětlení viz Příloha 8.9). Červeně hodnoty se statistickou průkazností (p < 0.05).

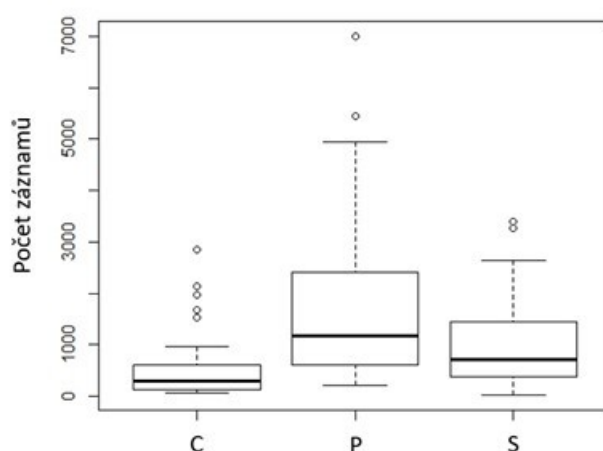
	geogr.		ptáci		NDM										Hmyz			klima						camp distance						
	Category	River	Granite	S_total	S_land	MeanNDV	STD_NDV	CV_NDV	SeasNDV	SeasNDV_relative	UnpredNDV	MeanNDM_P	CV_NDM_P	UnpredNDM_P	Slope_NDM	WeightNovember	WeightFebuary	MeanWeight	MaxWeight	Průmír z temp_max	Průmír z rain_max	Průmír z water_kde	Průmír z evl_max	Průmír z tree_kde	Průmír z herd_kde	NovFebNov+Feb	min dzcamp	avg12	avg1-5	
EPHOTH ii	0.15	0.18	-0.40	0.26	0.27	-0.18	0.05	0.20	-0.10	0.02	0.23	-0.15	0.31	0.25	0.07	0.70	-0.06	0.37	0.32	0.14	-0.04	0.06	-0.09	-0.06	-0.04	0.03	-0.06	0.07	0.01	
EPHOTH xi	0.06	0.02	-0.21	0.13	0.15	-0.42	-0.19	0.11	-0.29	-0.06	-0.06	-0.40	0.26	0.01	-0.08	0.75	0.10	0.53	0.44	0.04	-0.32	0.28	-0.35	-0.15	-0.02	0.09	-0.26	-0.38	-0.25	
SCODIN ii	0.51	0.38	-0.12	0.30	0.24	-0.10	-0.04	0.01	-0.10	-0.06	0.05	-0.10	0.06	0.03	-0.04	0.30	-0.03	0.16	0.15	0.08	0.12	0.19	-0.04	0.05	-0.02	0.09	-0.26	-0.38	-0.25	
SCODIN xi	0.43	0.27	-0.12	0.30	0.24	-0.10	-0.04	0.01	-0.10	-0.06	0.05	-0.10	0.06	0.03	-0.04	0.30	-0.03	0.16	0.15	0.08	0.12	0.19	-0.04	0.05	-0.02	0.09	-0.26	-0.38	-0.25	
NEOCAP ii	0.15	0.17	0.05	0.20	0.18	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07	0.09	0.04	0.04	-0.25	-0.13	0.06	0.04	0.06	0.06	0.24	-0.18	-0.19	0.13	0.16	0.14	0.09	0.13	0.26	0.45	
NEOCAP xi	0.44	0.46	0.05	0.38	0.30	0.14	-0.30	-0.45	-0.24	-0.43	-0.30	-0.01	-0.29	-0.29	-0.25	-0.18	0.01	0.09	0.06	0.04	0.24	-0.18	-0.19	0.13	0.16	0.14	0.09	0.13	0.26	0.45
NEONAN ii	0.30	0.28	-0.19	0.30	0.29	-0.12	-0.21	-0.19	-0.17	-0.17	-0.25	-0.15	-0.14	-0.21	0.00	0.26	0.02	0.16	0.12	0.00	-0.02	0.29	-0.16	0.05	0.11	-0.07	-0.14	-0.04	-0.09	
NEONAN xi	0.16	0.27	-0.35	0.16	0.18	-0.05	-0.10	-0.08	-0.13	-0.12	-0.07	-0.09	0.07	0.03	0.20	0.27	0.28	0.37	0.33	0.18	-0.09	-0.01	-0.09	0.02	0.04	-0.17	-0.12	-0.09	-0.09	
NEOZUL ii	0.19	0.18	-0.18	0.21	0.17	-0.07	-0.04	0.00	-0.06	-0.03	-0.01	-0.06	-0.01	-0.04	-0.18	0.29	0.28	0.37	0.30	0.04	-0.02	-0.05	0.01	0.01	0.07	0.03	0.04	0.19	0.06	
NEOZUL xi	0.29	0.32	0.16	0.26	0.22	0.17	-0.19	-0.34	-0.26	-0.28	-0.26	0.07	-0.28	-0.26	-0.06	-0.15	0.15	0.02	0.05	-0.21	0.06	-0.03	0.06	0.15	0.30	-0.06	0.04	0.19	0.06	
PIPHES ii	0.06	0.14	0.14	0.26	0.28	0.19	0.01	-0.12	0.06	-0.06	-0.09	0.15	-0.15	-0.08	0.05	-0.05	-0.02	-0.06	-0.07	-0.15	0.12	-0.05	0.13	0.29	0.14	-0.14	0.03	0.02	-0.04	
PIPHES xi	0.27	0.33	-0.15	0.29	0.24	0.19	-0.15	-0.31	-0.16	-0.36	-0.08	0.05	-0.11	-0.07	-0.24	-0.14	0.19	0.05	0.10	0.00	0.08	-0.13	0.01	0.14	0.31	0.06	0.07	0.08	0.14	
PIPRUS ii	0.06	0.16	0.13	0.21	0.27	0.25	0.06	-0.11	0.15	0.00	-0.17	0.23	-0.32	-0.23	0.09	0.09	-0.09	-0.02	-0.09	0.44	0.19	-0.09	0.21	0.21	0.18	-0.21	-0.07	-0.04	-0.19	
PIPRUS xi	0.11	0.21	-0.21	0.28	0.29	0.38	0.18	-0.06	0.17	-0.07	0.07	0.31	-0.16	-0.01	0.37	0.10	-0.13	-0.05	-0.07	-0.30	0.32	0.05	0.31	0.39	-0.02	-0.19	-0.16	-0.22	-0.07	
TAPMAU ii	0.33	0.18	-0.07	0.23	0.14	0.06	0.03	-0.02	-0.01	-0.06	0.08	0.05	-0.06	-0.02	-0.20	0.10	-0.08	-0.01	0.00	-0.12	0.17	-0.03	0.11	0.08	0.25	-0.11	0.28	0.38	0.17	
TAPMAU xi	0.27	0.25	0.03	0.27	0.24	0.11	-0.11	-0.20	-0.10	-0.22	-0.03	0.03	-0.07	-0.06	-0.37	-0.11	0.08	-0.01	0.01	0.04	-0.09	-0.12	0.02	0.13	0.40	0.06	0.29	0.33	0.40	
Molossids ii	0.19	0.13	0.01	0.12	0.11	-0.24	-0.11	0.04	-0.16	-0.04	0.02	-0.22	0.12	0.02	-0.14	0.35	0.02	0.22	0.15	0.24	-0.33	-0.19	-0.19	0.03	0.13	0.06	0.12	0.17	0.33	
Molossids xi	0.47	0.41	-0.19	0.51	0.45	-0.09	-0.17	-0.13	-0.25	-0.27	-0.07	-0.16	0.02	-0.06	0.04	0.41	0.00	0.24	0.19	-0.11	-0.03	0.20	-0.07	-0.16	0.17	-0.06	-0.16	-0.17	-0.02	
CELKEM ii	0.32	0.28	-0.18	0.35	0.33	-0.14	-0.06	0.03	-0.13	-0.06	0.03	-0.14	0.08	0.02	-0.10	0.52	0.00	0.30	0.23	0.09	-0.12	0.11	-0.08	0.08	0.16	-0.04	0.05	0.21	0.18	
CELKEM xi	0.46	0.40	-0.23	0.48	0.44	-0.18	-0.24	-0.14	-0.31	-0.28	-0.13	-0.24	0.04	-0.10	0.02	0.55	0.09	0.39	0.33	0.08	-0.12	0.26	-0.16	-0.16	0.18	-0.07	-0.23	-0.23	-0.07	
Celk II-XI	0.47	0.41	-0.25	0.50	0.46	-0.19	-0.13	-0.33	-0.02	-0.21	-0.07	-0.23	0.07	-0.05	-0.04	0.64	0.06	0.42	0.34	0.00	-0.14	0.23	-0.15	-0.06	0.20	-0.06	-0.12	-0.03	0.06	
H* ii	0.13	0.12	0.24	0.05	0.02	0.21	-0.13	-0.33	-0.02	-0.21	-0.25	0.12	-0.39	-0.33	-0.17	-0.43	0.11	-0.19	-0.19	-0.15	0.13	-0.12	0.08	0.08	0.25	0.02	0.33	0.30	0.16	
H* xi	0.19	0.24	-0.13	0.19	0.10	0.14	-0.11	-0.24	-0.12	-0.27	-0.04	0.04	-0.06	-0.03	-0.12	-0.22	0.25	0.07	0.08	0.01	0.15	-0.05	0.04	0.05	0.13	0.14	0.20	0.17	0.15	
Sp S ii	0.22	0.23	-0.17	0.18	0.15	0.14	0.05	-0.07	0.05	-0.06	0.02	0.11	-0.15	-0.05	0.07	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.09	0.05	0.14	0.23	-0.21	0.23	0.38	0.24		
Sp S xi	0.57	0.59	-0.24	0.57	0.50	0.04	-0.29	-0.37	-0.32	-0.48	-0.19	-0.11	-0.13	-0.18	-0.10	0.23	0.25	0.31	0.30	-0.12	0.10	0.20	-0.08	-0.09	0.22	-0.08	0.04	-0.02	0.01	
Evenness ii	0.02	-0.01	0.34	-0.05	-0.06	0.15	-0.16	-0.30	-0.05	-0.18	-0.25	0.07	-0.32	-0.30	-0.20	-0.48	0.09	-0.22	-0.22	-0.17	0.10	-0.15	0.02	0.02	0.14	0.13	0.22	0.15	0.07	
Evenness xi	-0.23	-0.19	0.04	-0.23	-0.28	0.11	0.10	0.04	0.11	0.07	0.10	0.12	0.03	0.11	-0.06	-0.40	0.07	-0.16	-0.14	0.11	0.10	-0.21	0.10	0.12	-0.04	0.18	0.22	0.23	0.16	
AB Sdiff(ii-xi) %	-0.05	0.00	0.03	0.09	0.10	0.33	0.43	0.26	0.41	0.29	0.35	0.40	0.00	0.24	0.27	-0.12	-0.39	-0.37	-0.32	-0.33	0.46	-0.07	0.39	0.13	-0.08	-0.40	0.08	0.21	0.05	
mean corr	0.233	0.229	-0.079	0.248	0.218	0.034	-0.069	-0.108	-0.079	-0.135	-0.049	-0.009	-0.061	-0.060	-0.045	0.121	0.061	0.112	0.094	-0.045	0.033	0.030	0.018	0.055	0.156	-0.035	0.036	0.088	0.091	
max corr	0.575	0.587	0.339	0.570	0.497	0.379	0.433	0.263	0.409	0.290	0.346	0.397	0.307	0.249	0.369	0.750	0.318	0.530	0.442	0.239	0.462	0.286	0.391	0.393	0.408	0.179	0.325	0.390	0.450	

Tabulka 31: Korelační koeficienty (Pearson r) abundanci jednotlivých druhů, resp. dalších cenologických charakteristik v souboru všech základních vzorků ($df=119$) a jednotlivých kontextuálních proměnných (vysvětlení viz Příloha 8.9). Červené hodnoty se statistickou průkazností ($p < 0.05$).

	Vegetace														Suchno		min	max	sd							
	CoverHerbs	CoverShrubs	CoverTrees	CoverTotal	Sherbs	Sshrub	Streets	Sgrasses	SplantsTotal	SplantsDominants	PC1PLANTSFULL	PC2PLANTSFULL	PC3PLANTSFULL	PC4PLANTSFULL	BothriochloaR	PanicumC				BadGrass	MopanePresence	MopaneDominance	MopaneCover	Drought	DroughtRelative	
EPTHOTII	0.00	-0.30	-0.21	-0.24	-0.12	-0.10	-0.12	-0.23	-0.13	-0.04	-0.03	0.39	-0.17	0.00	-0.02	0.21	0.09	-0.17	-0.17	-0.24	0.13	0.22	-0.40	0.70	0.207	
EPTHOTI ix	0.00	-0.13	-0.06	-0.09	0.10	0.02	-0.03	0.00	0.08	0.09	-0.06	0.27	-0.05	0.09	0.12	0.05	0.12	-0.22	-0.21	-0.19	0.04	0.20	-0.42	0.75	0.229	
SCODINII	-0.16	-0.23	-0.10	-0.27	-0.06	-0.16	0.04	-0.25	-0.10	-0.03	-0.07	0.33	-0.09	-0.28	-0.09	-0.19	-0.15	-0.13	-0.15	-0.17	0.02	0.07	-0.28	0.43	0.171	
SCODIN ix	0.00	-0.15	-0.03	-0.09	0.06	-0.05	0.04	-0.09	0.05	0.02	-0.18	0.28	0.11	-0.11	-0.21	-0.31	-0.31	-0.23	-0.23	-0.23	0.11	0.09	-0.31	0.51	0.196	
NEOCAPII	-0.21	-0.22	-0.05	-0.28	-0.18	-0.20	-0.23	-0.32	-0.22	0.05	0.09	0.36	-0.13	-0.10	-0.01	-0.08	-0.05	0.04	0.02	0.02	-0.11	-0.12	-0.13	-0.32	0.45	0.167
NEOCAP ix	-0.18	-0.11	-0.15	-0.15	-0.08	-0.10	-0.03	-0.29	-0.09	0.08	-0.03	0.37	-0.12	-0.10	-0.25	-0.32	-0.34	-0.07	-0.08	-0.07	-0.11	-0.12	-0.16	-0.45	0.46	0.226
NEONAMIII	-0.08	0.00	-0.12	-0.10	0.09	0.22	0.19	-0.01	0.11	0.00	-0.07	0.15	0.15	-0.20	-0.10	-0.20	-0.17	0.02	-0.05	-0.08	0.02	0.06	-0.25	0.30	0.158	
NEONAM ix	0.05	-0.11	-0.11	-0.07	0.00	0.06	0.02	0.03	0.00	-0.11	0.01	0.23	0.05	0.00	0.04	-0.13	-0.04	0.02	0.03	-0.07	-0.05	-0.03	0.03	-0.35	0.37	0.144
NEOZULII	-0.09	-0.14	-0.11	-0.18	0.03	-0.05	-0.11	-0.10	-0.02	0.02	-0.03	0.35	-0.13	-0.12	0.12	-0.09	0.04	-0.08	-0.11	-0.13	-0.03	0.00	0.00	-0.18	0.37	0.183
NEOZULI ix	-0.02	-0.14	0.32	0.03	0.11	0.08	0.13	-0.10	0.11	0.36	-0.15	0.16	0.24	0.07	-0.08	-0.25	-0.18	-0.12	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.19	-0.34	0.36	0.183
PIPHESI	-0.02	-0.01	0.10	0.02	0.03	0.21	0.12	-0.08	0.05	0.21	-0.18	0.05	0.06	-0.18	-0.07	-0.14	-0.12	-0.13	-0.13	-0.14	-0.02	-0.06	-0.18	0.29	0.126	
PIPHESI ix	0.04	0.04	0.21	0.13	-0.26	-0.18	-0.01	-0.27	-0.26	-0.03	0.03	0.25	0.05	-0.03	-0.09	-0.18	-0.15	-0.04	-0.05	0.01	-0.03	-0.07	-0.36	0.33	0.169	
PIPRUSII	0.23	0.08	0.18	0.27	0.44	0.66	0.40	0.28	0.51	0.28	-0.45	0.45	0.12	0.00	-0.08	-0.10	-0.11	-0.40	-0.39	-0.36	0.22	0.18	-0.45	0.66	0.246	
PIPRUS ix	0.31	-0.10	0.03	0.17	0.08	0.03	-0.09	0.02	0.08	0.33	-0.31	0.01	0.02	0.17	-0.17	0.19	-0.04	-0.35	-0.35	-0.32	0.21	0.14	-0.35	0.39	0.206	
TAPIMAU	-0.12	-0.04	-0.02	-0.11	0.02	-0.11	-0.10	-0.16	-0.02	0.08	-0.10	0.32	-0.12	-0.14	-0.11	-0.16	-0.16	-0.13	-0.13	-0.14	0.10	0.10	-0.20	0.38	0.144	
TAPIMAU ix	-0.11	-0.12	0.22	-0.06	-0.12	-0.15	-0.01	-0.40	-0.15	0.08	-0.08	0.50	-0.12	-0.10	-0.16	-0.23	-0.23	-0.15	-0.16	-0.20	-0.08	-0.11	-0.40	0.50	0.197	
MolossidII	-0.22	-0.13	-0.08	-0.25	-0.03	-0.14	-0.07	-0.32	-0.08	0.02	0.07	0.45	-0.25	-0.03	0.05	0.07	0.07	-0.04	-0.04	-0.09	-0.13	-0.07	-0.33	0.45	0.170	
MolossidI ix	0.04	-0.25	0.06	-0.08	0.11	-0.09	-0.11	-0.11	0.08	0.19	-0.22	0.43	-0.04	-0.04	-0.18	-0.07	-0.17	-0.35	-0.34	-0.34	0.11	0.16	-0.35	0.51	0.219	
CELEKEMII	-0.13	-0.21	-0.11	-0.25	-0.01	-0.01	-0.01	-0.28	-0.03	0.05	-0.09	-0.50	-0.16	-0.13	-0.04	-0.01	-0.03	-0.19	-0.20	-0.25	0.03	0.09	-0.28	0.52	0.186	
CELEKEMI ix	0.01	-0.24	0.05	-0.10	0.11	-0.05	-0.06	-0.10	0.08	0.21	-0.21	0.46	-0.01	-0.01	-0.13	-0.12	-0.15	-0.34	-0.34	-0.34	0.07	0.15	-0.34	0.55	0.241	
Celik II-XI	-0.06	-0.27	-0.03	-0.20	0.07	-0.04	-0.04	-0.22	0.04	0.16	-0.18	0.58	-0.09	-0.08	-0.10	-0.08	-0.12	-0.33	-0.33	-0.36	0.06	0.15	-0.36	0.64	0.247	
HII ix	-0.07	0.16	0.17	0.10	0.11	-0.10	0.06	0.08	0.07	0.10	0.02	-0.01	0.13	-0.05	0.00	-0.28	-0.13	0.08	0.06	0.07	-0.18	-0.27	-0.43	0.33	0.182	
SPNII	-0.10	0.04	0.09	-0.01	-0.19	-0.34	-0.14	-0.26	-0.25	-0.17	0.15	0.17	-0.09	0.01	-0.11	-0.09	0.11	0.10	0.14	0.14	-0.12	-0.17	-0.34	0.25	0.152	
SPN ix	0.01	-0.01	-0.15	-0.05	0.00	-0.05	0.03	-0.16	-0.04	-0.02	-0.12	0.24	-0.21	-0.12	-0.19	-0.02	-0.13	-0.17	-0.18	-0.22	0.05	0.02	-0.22	0.38	0.143	
Everness II	-0.07	0.17	0.25	0.14	0.11	-0.08	0.05	0.17	0.09	0.11	0.09	-0.16	0.24	0.00	0.09	-0.27	-0.06	0.17	0.16	0.19	-0.20	-0.27	-0.48	0.34	0.182	
Everness ix	-0.02	0.24	-0.06	0.09	-0.19	-0.03	-0.14	-0.12	-0.23	-0.28	0.23	-0.19	-0.13	-0.05	0.04	0.18	0.11	0.23	0.22	0.27	0.19	-0.13	-0.27	-0.40	0.27	0.170
ABSDIFFI	0.42	-0.19	-0.05	0.16	0.27	0.38	0.21	0.26	0.33	0.19	-0.45	-0.27	-0.07	-0.03	-0.31	0.13	-0.17	-0.36	-0.35	-0.39	0.57	0.52	-0.45	0.57	0.286	
mean corr	-0.024	-0.094	0.024	-0.057	0.017	-0.028	-0.001	-0.116	-0.001	0.072	-0.088	0.240	-0.019	-0.055	-0.080	-0.093	-0.105	-0.129	-0.134	-0.145	0.014	0.014	0.016	-0.145	0.248	0.105
max corr	0.422	0.241	0.318	0.271	0.438	0.658	0.401	0.276	0.510	0.355	0.226	0.577	0.243	0.167	0.123	0.213	0.118	0.226	0.217	0.273	0.570	0.516		0.118	0.750	0.140

Prvním faktorem vykazujícím silnou korelaci ($r=0.47$) s celkovou abundancí je přítomnost řeky (resp. typ lokality: C, S, P). V případě jarních vzorků (XI) je korelace silnější ($r=0.46$) než u vzorků podzimních ($r=0.32$). Oproti silné korelaci s počtem druhů v jarním období ($r=0.59$) není korelace v podzimním období průkazná.

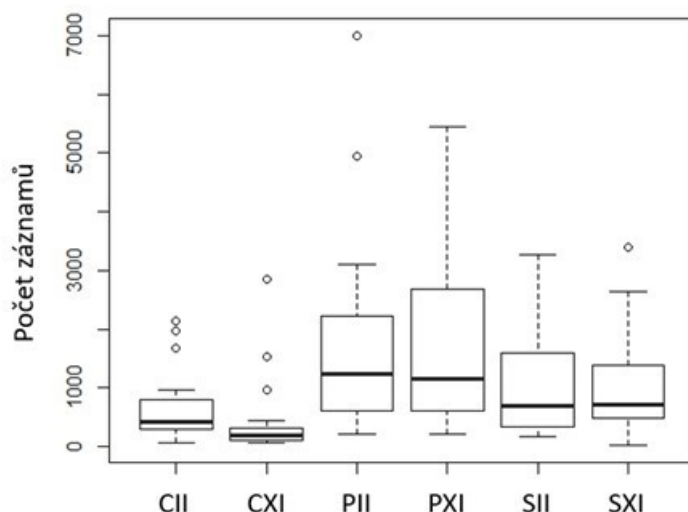
Odlišnost celkové abundance v jednotlivých typech lokalit (C, S, P) je ostatně dobře patrna i ze základního srovnání primárních dat (Obrázek). Nejvíce hlasů bylo zaznamenáno na bodech poblíž trvalého toku (celkem 69 585 záznamů). Na bodech v blízkosti periodicky vysychajících toků bylo zaznamenáno 39 751 záznamů, nejméně echolokačních hlasů bylo nahráno na kontrolních bodech mimo vodu (21 552 záznamů).



Obrázek 56: Porovnání počtu záznamů mezi typy stanovišť: C = kontrolní stanoviště, P = trvalý tok, S = periodicky vysychající tok.

Uvedené rozdíly jsou ve všech případech statisticky významné (Wilcoxonův test – P:S $V = 197$, $p = 0.0042$; P:C $V = 792$, $p < 0.0001$; S:C $V = 644$, $p = 0.0004$).

Pozornosti zasluhují i mezisezonní rozdíly v těchto charakteristikách (Obrázek) – statisticky významné odlišnosti jsou patrné zejména v jarním období (XI) (Wilcoxonův test – P:S $V = 176$, $p = 0.0064$; P:C $V = 1$, $p < 0.0001$; S:C $V = 13$, $p = 0.0010$), na podzim je statisticky průkazný pouze rozdíl P:C ($p = 0.0003$).



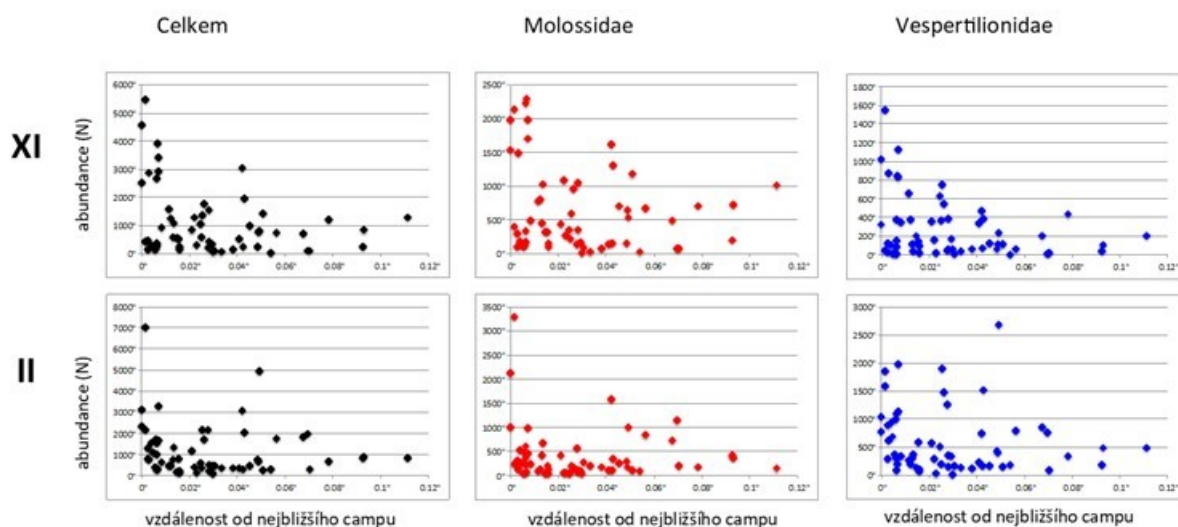
Obrázek 57: Porovnání počtu záznamů mezi typy stanovišť a sezónou: C = kontrolní stanoviště, P = trvalý tok, S = periodicky vysychající tok, II = únor/březen, XI = listopad/prosinec.

Průkaznou korelaci s tímto faktorem vykazuje v obou sezónách abundance *Scotophilus dinganii* ($r(\text{XI})=0,51$, $r(\text{II})=0,38$) a *L. capensis* ($r(\text{XI})=0,30$, $r(\text{II})=0,44$), méně výrazněji *T. mauritanus* (0,27 a 0,33), v jarním období pak též *N. zuluensis* (0,27) a *A. nana* (0,27) a zejména pak Molossidae ($r=0,47$) u nichž je korelace v podzimním úseku (II) neprůkazná.

Celkové abundance jednotlivých vzorků jsou silně korelovány také s diverzitou, resp. druhovým bohatstvím místních ptačích společenstev včetně vodních forem ($r=0,50$). Silně ($r=0,57$) je s touto proměnnou korelován i počet druhů v jarním období (XI), pro podzimní období není vztah průkazný.

Dalším faktorem s výraznou pozitivní korelací jak s celkovými abundančními charakteristikami, tak s dominancí jednotlivých druhů je hmotnost hmyzu souběžně získaného z nočních lapačů. Tato skutečnost platí ovšem pouze v případě jarního období (méně zřetelně též pro průměrnou hmotnost hmyzu z obou sezon). V případě podzimního období (II) se hodnoty korelačního koeficientu pohybují kolem nuly a s výjimkou dvou případů (korelace s jarními (!) abundancemi *L. capensis*, $r=0,32$, a *A. nana*, $r=0,28$) nejsou statisticky průkazné. Hmotnost hmyzu v jarním období (XI) je silným korelátem celkové abundance ($r=0,64$) a celkové jarní ($r=0,55$) i podzimní ($r=0,52$) abundance, stejně jako jarní i podzimní abundance Molossidae ($r=0,41$ a $r=0,35$). Velmi silnou korelaci vykazuje zejména s jarní i podzimní abundancí *E. hottentotus* ($r=0,75$ a $r=0,70$), poněkud slabší pak i s *A. nana*, *N. zuluensis* a *T. mauritanus*.

Jinou kontextuální proměnnou s průkaznou pozitivní korelací je vzdálenost od nejbližšího campu, resp. průměrná vzdálenost od dvou nejbližších campů, jako významných zdrojů úkrytových možností (Monadjem *et al.* 2020). Průkazné korelace vykazuje s abundancí *T. mauritanus* a zčásti *S. dinganii* a zejména pak s diverzitou společenstev v podzimním úseku ($r=0,33$). Vztah této proměnné s celkovou abundancí jednotlivých vzorků ilustruje Obrázek . Je zřejmé, že blízkost campu je typickým faktorem vzorků s extrémní abundancí zejména v jarním období.



Obrázek 58: Celkové abundance jednotlivých vzorků, abundance Molossidae a Vespertilionidae v lokalitách s různou vzdáleností od nejbližšího campu v jarní a podzimní sezoně.

Relace s proměnnými primární produkce (NDVI), charakteristikami vegetačního krytu a klimatickými proměnnými jsou proti očekávání méně jednoznačné. Početnější a silnější korelace jsou patrné pouze v případě komplexní proměnné (PCPlantFull), která vykazuje silný pozitivní efekt s celkovými abundančními charakteristikami ($r=0,58$, $n(II)$ $r=0,50$, $n(XI)$ $r=0,46$), abundancemi Molossidae ($r=0,45$), *E. hottentotus*, *S. dinganii*, *L. capensis*, *A. nana*, *P. rusticus* a *T. mauritanus*. Relace s pokryvností a diverzitou jednotlivých vegetačních pater jsou vesměs slabé a většinou negativní (srv. např. pokryvnost křovinného patra vs. celková abundance $r=-0,27$, diverzita travního krytu vs. $n(II)$ $r=-0,28$). Výjimku tvoří abundance *P. rusticus* v podzimním období s pozitivní korelací s pokryvností stromového patra ($r=0,29$) a výraznou pozitivní korelací se všemi složkami rostlinné diverzity, zejména pak křovinného patra ($r=0,8 - 0,66$) s výjimkou pokryvnosti a dominance mopánu ($r=-0,40$). Je také jedním z mála druhů vykazujících průkazné korelace s klimatickými faktory ($r=-0,44$ pro průměrnou maximální teplotu, $r=0,32$ pro průměrné srážky).

Na závěr je třeba zdůraznit, že výsledky korelační analýzy přesvědčivě ilustrují faktory ovlivňující celkový objem mezisezonních rozdílů v dominantní struktuře loveckých společenstev jednotlivých bodů. Pozornost tu zasluhují zejména silné pozitivní korelace s aspekty sezonní proměnlivosti a nestability primární produkce (sd NDVI, CV NDVI, aj.: $r=0,33-0,43$) a diverzitou rostlinného krytu křovinného a bylinného patra ($R=0,33-0,38$) a také s klimatickými faktory (sucho: $r=0,57$, nejvyšší srážky $r=0,46$, průměrná nejvyšší teplota $r=-0,33$) a v neposlední řadě výrazně negativní korelace s hmotností hmyzu v podzimních vzorcích i v celkovém průměru ($r=-0,39$ a $-0,37$).

5 Diskuze

5.1 Úskalí využití metodiky

5.1.1 Možnosti kvantitativního zhodnocení záznamů

Esenciálním předpokladem existence tohoto výzkumu je využití techniky umožňující detekci echolokačních hlasů netopýrů v široké škále prostředí a následně kvantitativní zpracování získaných nahrávek (Adams *et al.* 2012). Z nabídky možných programů na zpracování hlasů netopýrů byl vybrán program Kaleidoscope Pro kvůli svému dobrému hodnocení v oblasti kvality určování echolokačních záznamů i pro existenci zabudované knihovny hlasů netopýrů jižní Afriky (Brabant *et al.* 2018; Wildlife Acoustics Management Team 2018). Nicméně pro neúplnost knihovny, a z tohoto důvodu zavádějící určování echolokačních signálů z nahrávek, byla metoda související s využitím automatické identifikace na základě zmíněné knihovny vyměněna za metodu clusterové analýzy (blíže popsáno v kapitole 3.3 Analýza nahrávek). Tato metoda mohla být využita díky databázi KNP-specific classifier, která nám byla poskytnuta prof. Peter Taylorem a spol. (Brinkley *et al.* 2021). Databáze KNP-specific classifier vykazuje vysokou úspěšnost při třídění a určování hlasů a vzhledem k tomu, že byla zpracována ze záznamů severní části KNP, by měla dostatečně odpovídat echolokačním charakteristikám netopýřího společenstva KNP (Brinkley *et al.* 2021). Alternativním postupem bez této databáze by bylo využít automatické identifikace a bez ohledu na automatickou identifikaci všechny záznamy manuálně projít a porovnat podle dostupné literatury (Wildlife Acoustics Management Team 2018). Tento postup byl však částečně využit i při zvolené metodě clusterové (shlukovací) analýzy, nicméně identifikace echolokačních signálů byla díky databázi přesnější, a manuální kontrola tak sloužila spíše k doplnění méně výrazných druhů a k případné opravě chybně určených signálů. Ačkoliv byla manuální kontrola časově velmi náročná, byla zcela nezbytná (Brinkley *et al.* 2021). Velmi efektivním řešením by též bylo vytvořit si vlastní clusterovou databázi ze studovaného území použitelnou pro třídění našich záznamů. Výhodou by byla databáze poskládaná z echolokačních signálů druhů celého studovaného území, která by brala v potaz i „dialekt“ echolokačních signálů místních netopýrů (Aspetsberger *et al.* 2003; Taylor *et al.* 2005; Mutumi *et al.* 2016; Russo *et al.* 2018). Nicméně, to by vyžadovalo velké množství čistých záznamů od jedinců s naprosto jistou druhovou příslušností, které jsme neměli k dispozici. Bohužel i záznamy nahrané ve snadno dostupných situacích, jako je výlet netopýra z úkrytu či vypouštění po jeho odchytu, poskytují echolokační parametry zkreslené vzletovou situací (Barclay 1999).

Z důvodu potřeby manuální kontroly echolokačních signálů v záznamech je naprosto nezbytná znalost echolokačních charakteristik jednotlivých druhů a ustálení metody jejich rozlišování. Z tohoto důvodu byly vytvořeny databáze sloužící jako vodítko při určování signálů z nahrávek (viz. Přílohy 8.2 a 8.3 a Tabulka 1). V případě pokračování tohoto výzkumu či při navázání nových projektů, budou tyto databáze sloužit jako cenné vodítko a opora při manuálních kontrolách. Do budoucna by bylo vhodné tyto databáze i rozšířit. Například knihovna echolokačních charakteristik vytvořená z již publikovaných záznamů uvedených v dostupné literatuře by zasloužila doplnění nových výzkumů i výzkumů, které byly publikovány, ale nesloužily jako hlavní orientační literatura při určování parataxonů. Stejně tak databáze vytvořená ze záznamů předem určených jedinců by v případě získání nového materiálu měla být pro své dosavadní slabé početní zastoupení doplněna. Echolokační signály jednotlivých druhů mají velmi často svůj specifický charakter, který nemusí být vždy dobře zaznamenán číselnými hodnotami (Monadjem *et al.* 2020). Z tohoto důvodu byla databáze echolokačních parametrů zaznamenaných parataxonů doplněna i o vizuální záznamy sekvencí tří echolokačních signálů charakteristický pro daný parataxon, která má usnadnit budoucí identifikaci netopýrů pouze na základě nahrávek.

5.1.2 Umístění mikrofonu

Z výsledků získaných testováním výškového umístění mikrofonů je patrné, že umístění mikrofonu nemá významný vliv na množství pořízených záznamů. Rozdíl je však patrný pro přítomnost šumu, která je u dolních mikrofonů výrazně vyšší. To může mít negativní dopad na kvalitu nahrávek a možnost jejich pozdější analýzy. Přítomností šumu v záznamu mohou být selektivně zakryty některé druhy netopýrů, převážně druhy s nižší echolokační frekvencí jako je například *O. martiensseni*, může být zkresleno celkové druhové a početní zastoupení netopýrů na dané lokalitě i změny ve výskytu netopýrů v průběhu noci (Adams *et al.* 2015). Kvůli šumu, který produkuje déšť a vítr bývají mikrofony umístovány alespoň 1,5 m nad zemí, nicméně z našich výsledků plyne, že tato výška nemusí vyřešit problematiku šumu produkovaného stridulujícím hmyzem, který měl v našich záznamech hojné zastoupení, a tedy způsobit problém při srovnání jednotlivých lokalit, které bylo součástí naší práce. Běžné umístění mikrofonu se tak pohybuje mezi 1,5 až 3 m, ale i v jiných případech bylo využito umístění mikrofonu ve čtyřech metrech nad zemí (Darras *et al.* 2016; Foord *et al.* 2018; Parker and Bernard 2018; Taylor *et al.* 2020; Moir *et al.* 2021). Množství záznamů může být ovlivněno přítomností a hustotou vegetace, rozdílem vlhkosti vzduchu. Při porovnávání umístění obou

mikrofonů tak musíme brát ohled i na vliv odlišného charakteru prostředí, kterým signál proniká (Lawrence and Simmons 1982; Darras *et al.* 2016).

Umístění mikrofonu 4 m od země, použité v našem výzkumu, je disponováno především k zachycení netopýrů pohybujících se ve volném vzdušném sloupci, resp. mimo interiér listoví. Již z tohoto důvodu je třeba počítat s tím, že záznamy zastoupení druhů čeledí Rhinolophidae a Hipposideridae specializovaných na lov v interiéru vegetace jsou pouze ojedinělé. Dalším faktorem je zde i malá vzdálenost, na níž je možné vysokofrekvenční hlasy těchto netopýrů zaznamenat (Monadjem *et al.* 2017). V našem souboru zcela chybí i lokálně rezidentní zástupce čeledi Nyctridae, druh *Nycteris thebaica*, lovíci nízko nad zemí s echolokačními hlasy velmi nízké intenzity, který ovšem nebyl zaznamenán ani v jiných podobných výzkumech (Monadjem *et al.* 2007; Monadjem and Reside 2008; Monadjem *et al.* 2017). Třeba konstatovat, že i v záznamech z níže umístěných mikrofonů se hlasy vrápenců a pavrápenců vyskytovaly jen zcela výjimečně. Tuto skutečnost zdůrazňujeme zejména ve srovnání s výsledky práce Brinkley *et al.* 2021, která oproti našemu výzkumu vykazuje výrazně vyšší podíl záznamů zástupců čeledí Rhinolophidae a Hipposideridae, ačkoliv jejich výzkum probíhal na části stejného území (severní část KNP). Jejich nahrávky čítaly 2 335 záznamů těchto čeledí, zatímco naše pouze 34 záznamů těchto čeledí. Výška umístění mikrofonů při jejich výzkumu byla 1,5 m nad zemí (naše umístění bylo 4 m nad zemí), je ovšem otázkou, zda uvedený rozdíl lze vysvětlit výlučně odlišným umístěním mikrofonu. Nelze totiž vyloučit, že odlišnost v zastoupení uvedených skupin je poplatná reálným rozdílům ve struktuře netopýřích společenstev obou oblastí. Zatímco v severní části KNP v okolí řeky Limpopo je výraznou vegetační formací galeriový les s potenciálem vhodných úkrytů (prostorné stromové dutiny) a lovišť typických pro zástupce zmíněných čeledí (interiér lesních porostů), naprostá většina našich lokalit má charakter polootevřené savany s absencí hustého lesa a potenciálních úkrytů uvedených skupin (Fenton and Rautenbach 1986; Venter and Gertenbach 1986). Tato hypotéza získává podporu ve výzkumu Taylor *et al.* 2020, kde porovnávali příbřežní oblast řeky Limpopo s 12 km vzdálenou savanovou oblastí a jejich výsledky zde vyšly taktéž odlišně (12 % záznamů Rhinolophidae u řeky, oproti 0,7 % na savaně). Mikrofon se přitom nacházel ve výšce 3 metrů (Taylor *et al.* 2020). V každém případě je potřeba počítat s tím, že metodický rozvrh našeho výzkumu poskytuje sice soubor vzájemně srovnatelných dat, reprezentativně však zachycuje pouze část netopýřího společenstva. Jde hlavně o složku vzdušných lovců a forem pohybujících se ve volném prostředí v okolí vegetace. Formy reprezentující alternativní složky netopýřího společenstva (tj. foliage gleaners – shrnuto v práci Schnitzler & Kalko, 2001) a formy

s nízkointenzivní echolokací operující nízko nad povrchem – typicky Nycteridae, stejně jako neecholokující kaloni – v našem materiálu chybí, nebo jsou zastoupeny náhodnými záznamy, o jejichž kvantitativní hodnocení nemá smysl usilovat. Většina srovnávacích analýz našeho projektu je tedy omezena na skupinu vzdušných lovců reprezentovaných zástupci čeledi Molossidae, Vespertilionidae a Emballonuridae. Tyto formy ostatně dominují i v datových souborech plynoucích z analogických studií v této části Afriky (Brinkley *et al.* 2021).

5.2 Problematika zaznamenaných parataxonů

Během našeho výzkumu bylo v nahraných záznamech detekováno 22 druhů netopýrů, což je 50 % z celkového množství 44 druhů netopýrů, které byly na území KNP zaznamenány (Parker and Bernard 2018). Dohromady bylo zaznamenáno 25 akustických parataxonů (viz kapitola 4.2 Přehled zaznamenaných parataxonů), nicméně u tří z nich (Sp. 45, Sp. 37, Sp 20.) se může jednat o záznam varianty hlasu některého z určených druhů. Tato variabilita může být způsobena charakterem prostředí, kterému je echolokační signál uzpůsobován i situací, ve které se zaznamenaný jedinec nachází (Russo *et al.* 2018).

Kvůli podobným echolokačním charakteristikám nebylo vždy možné jednoznačně rozlišit druh echolokujícího netopýra. Mezi dobře odlišitelné druhy patří zástupci čeledi Rhinolophidae a Hipposideridae, kteří jsou v našich záznamech zastoupeni 6 druhy (*R. capensis*, *R. landeri*, *R. fumigatus*, *R. simulator*, *R. swinnyi*, *H. caffer*). O možné druhové záměně lze uvažovat snad jen v případě druhů *R. swinnyi* a *R. simulator*, jejichž záznamy byly vzácné a nepříliš zřetelné, a naměřené hodnoty tak nemusely plně odpovídat běžné echolokační sekvenci. Dále mezi snadno odlišitelné druhy pro svá echolokační specifika patří *T. mauritanus* a *A. nana*. U ostatních taxonů existuje různě vysoké riziko záměny za jiný druh s podobnými echolokačními charakteristikami. Ideálním podpořením metody detektoringu by tak pro zvýšení jistoty správného určení bylo doložit jejich výskyt odchylem či pozorováním (Taylor *et al.* 2013; Parker and Bernard 2018).

Jednotlivé parataxony se mnohdy liší svým rozšířením a jistotou správného určení. Zaznamenaný výskyt parataxonu *A. nana* je velmi pravděpodobný vzhledem k jeho širokému rozšíření a echolokační frekvenci, kterou využívá (Lausen and Barclay 2005). Nicméně jako u dalších zástupců čeledi Vespertilionidae jsou i u tohoto parataxonu zaznamenány výrazné mezisezonní rozdíly v počtech záznamů s vyšší abundancí v únoru. Šířka rozmezí výskytu maxima echolokační frekvence je zarážející, a je tedy možné, že se jedná o dva druhy, nicméně

existence dalšího druhu s těmito echolokačními parametry zatím není doložena i přesto, že na tuto problematiku bylo poukázáno i v jiných výzkumech (Brinkley 2018; Parker and Bernard 2018). Zvláště v druhových okruzích drobných netopýrů řazených do rodu *Neoromicia* (podobně jako do nedávné doby *N. nana* či *N. capensis* (srv. např. – Trentin and Rovero 2011; Monadjem *et al.* 2017; Moir *et al.* 2021) lze očekávat přítomnost kryptických druhů, jak ostatně pro více taxonů současné taxonomické analýzy naznačují (Monadjem *et al.* 2021).

Parataxon *P. rusticus* vykazuje výrazné mezisezonní rozdíly, s nejvyšší aktivitou v únorových měsících. Kromě toho silná většina záznamů byla nahrána v jižní části KNP, kde tvoří agregace na několika lokalitách. Jinak je tento druh víceméně eufrekventní. Zajímavé je, že v listopadu a prosinci jsou místa agregací rozdílná. Je pravděpodobné, že za těmito rozdíly bude stát charakter prostředí i vegetační sezona (Taylor *et al.* 2013). *P. rusticus* je ostatně v celém souboru druhů parataxonem, jehož výskyt vykazuje nejsilnější relace k vegetačním a klimatickým faktorům. Oproti jiným druhům se to týká i pokryvnosti keřového a stromového patra, s nimiž výskyt jiných druhů koreluje spíše negativně. *P. rusticus* patří zjevně mezi druhy, které obývají spíše lesnaté oblasti, čímž může být vysvětlena preference pro jižní část KNP, kterou z větší části pokrývají lesnaté a křovinaté savany (Van Der Merwe and Rautenbach 1990). Echolokační charakteristiky tohoto parataxonu odpovídají referenční databázi z literatury, nicméně v některé literatuře je uvedena vyšší míra překryvu echolokačních parametrů s druhem *M. natalensis*, než jaká je uváděna v našich výsledcích (Taylor *et al.* 2013; Parker and Bernard 2018).

Parataxon *M. natalensis* byl zaznamenán hlavně v jižní části KNP, nicméně počty v obou částech jsou poměrně nízké. Vyšší početnosti tento parataxon vykazuje v podzimním období (II). Otázka výskytu tohoto druhu na území KNP je dosti problematická, jde o striktně jeskynní druh, žijící ve velkých koloniích (Monadjem *et al.* 2020). V nekarbonátové oblasti KNP se přirozené jeskyně nevyskytují a s ohledem ke krajinným podmínkách je přítomnost vhodných úkrytů na většině KNP krajně nepravděpodobná (Venter and Gertenbach 1986). Pro druh *M. natalensis* jsou známé dálkové migrace (i 150 km) mezi jeskyněmi využívanými v období zimy a v období tvorby mateřských kolonií (Monadjem *et al.* 2020). Zanedbatelné počty v období listopadu tak mohou být dány tvorbou mateřských kolonií mimo KNP (Happold and Happold 1990). V potaz se musí brát i zanedbatelná pravděpodobnost záměny tohoto parataxonu s dalšími druhy, která naznačený obraz výskytu tohoto druhu v KNP může podstatně pozměnit.

Parataxon *N. zuluensis* oproti ostatním zástupcům čeledi Vespertilionidae nevykazuje výrazné mezisezonní rozdíly v početnosti. Neliší se mezi sebou ani severní a jižní oblast KNP, ve kterých svými záznamy pokryl většinu bodů. Tento parataxon vykazuje velkou míru překryvu echolokačních charakteristik s blíže určeným parataxonem Sp. 45. Pravděpodobně se však bude jednat o stejný druh, avšak v případě parataxonu Sp. 45 se kvůli krátkému frekvenčnímu rozsahu a celkově nižší frekvenci bude jednat nejspíš o signál z otevřenější lokality (Monadjem *et al.* 2020).

Jako většina zaznamenaných netopýrů čeledi Vespertilionidae, i *P. hesperidus* vykazuje výrazně vyšší početnosti v období února. Přestože je to druh vázaný spíše na lesy, v KNP byl zaznamenan na většině sledovaných bodů (Monadjem *et al.* 2020). Nicméně potřeba velkých stromů může být důvodem menších početností v období listopadu, kdy se může v době rození mláďat vyskytovat v lesnatějších oblastech mimo KNP (Happold and Happold 1990; De Torrez *et al.* 2018).

L. capensis je parataxon, jehož mezisezonní rozdíly početnosti záznamů jsou na hranici průkaznosti s větší abundancí netopýrů v období února. Početní rozdíly mezi severní a jižní oblastí jsou nevýrazné a jeho rozšíření na lokalitách je eufrekventní. To může být způsobeno jeho širokou tolerancí k charakteru prostředí. Nicméně jako úkryty opět využívá stromy, takže jeho nižší výskyt v období listopadu může být zapříčiněn buď obecně nižší aktivitou kvůli chladnějším podmínkám a nižší abundanci kořisti, nebo využíváním lesnatějších stanovišť mimo KNP (De Torrez *et al.* 2018; Monadjem *et al.* 2020).

Stejně jako u druhu *M. natalensis*, je i u druhu *M. tricolor* známa sezonní migrace do jeskyní (McDonald *et al.* 1990; Monadjem *et al.* 2020). Ta může vysvětlovat výrazný nárůst početnosti tohoto druhu v únoru v jižní části KNP, zatímco v listopadové sezóně a severní části obou sezón je výrazně recedentní. Tento trend je velmi podobný charakteru výskytu *M. natalensis*. Je otázkou, zda tyto dva druhy vázané na jeskyně nevyužívají stejné úkryty. Zaznamenané echolokační charakteristiky odpovídají záznamům z práce Parker and Bernard, 2018 od řeky Limpopo. V další literatuře bývají průměrné hodnoty echolokačního hlasu uváděny ve vyšší frekvenci kolem 50 kHz (Taylor *et al.* 2013; Monadjem *et al.* 2020).

Eufrekventním parataxonem s vyšší zaznamenanou početností v období února je i *S. dinganii*. Kromě dutin stromů zvládá tento druh využívat jako úkryty střechy obydlí, které jsou hojně dostupné v kempech (Monadjem *et al.* 2020). Využívá prostředí od lesů až po

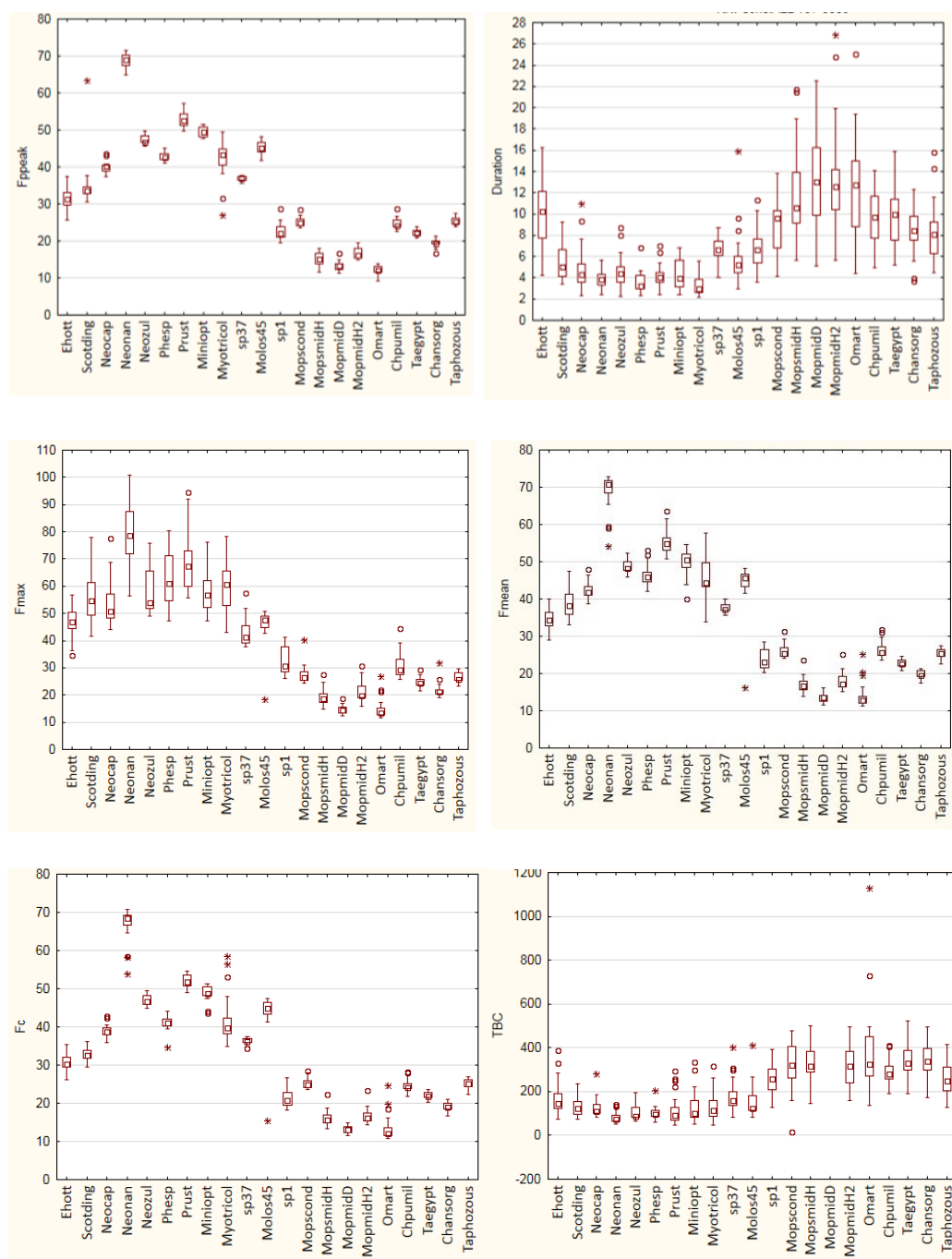
otevřené savany, není tedy překvapením, že jeho zaznamenané rozšíření bylo takto široké (Monadjem *et al.* 2020).

Počty záznamů druhu *E. hottentotus* byly poměrně vysoké (dohromady zhruba 15 tis. záznamů), což je několikrát více, než jsou počty záznamů ze severní oblasti uvedené v práci Brinkley *et al.* 2021. Důvod takto velkého početního rozdílu není jasný, nicméně vzhledem k tomu, že jejich záznamy byly pořizovány v období sucha a na jeho počátku a konci, je možné, že tento rozdíl může být dán obdobím klidu v zimních měsících kvůli nedostatku potravy a snížené teplotě (Taylor *et al.* 2013).

I přes poměrně vysoké počty a eufrekventní rozšíření parataxonu *T. mauritanus* v únorových měsících, jsou jeho počty v listopadových nahrávkách až desetkrát nižší. Za tento efekt mohou pravděpodobně opět nepříznivé podmínky období sucha (Taylor *et al.* 2013). Nicméně pro nenáročnost využívaných míst pro odpočinek (stěny domů, stromy, kameny) není pravděpodobné, že by počty byly sniženy z důvodu migrace mimo KNP (Taylor *et al.* 1999).

Rozlišení druhů čeledi Molossidae bylo kvůli částečnému překryvu echolokačních charakteristik v mnoha případech problematické. Charakter jejich výskytu a aktivity je tak popisován pro celou skupinu dohromady tak, aby se předešlo chybě prvního druhu způsobené špatným rozdělením parataxonů (Parker and Bernard 2018). Tuto situaci ilustruje případ parataxonu *M. condylurus*, který oproti poměrům v jiných datových souborech z KNP a sousedních oblastí, kde vystupuje jako eudominantní element (Taylor *et al.* 2020; Brinkley *et al.* 2021), je v našem souboru zastoupen jen relativně malým počtem záznamů, kontrastujícím navíc s hojnou přítomností tohoto druhu v úkrytech v kempových komplexech. Předpokládáme tedy, že přinejmenším část příslušníků tohoto druhu je chybně identifikována jako *Ch. pumilus*, druh s nímž *M. condylurus* tvoří i smíšené kolonie (Monadjem *et al.* 2020). Je zřejmé, že diagnostická kritéria, odlišující akustické charakteristiky jednotlivých parataxonů čeledi Molossidae, nemusí být vždy zcela spolehlivá a vnitrodruhová variabilita jednotlivých echolokačních parametrů může být širší, než je běžně předpokládáno. Již z tohoto důvodu používáme v rámcových cenologických analýzách raději sběrný parataxon "Molossidae" zahrnující všechny lokální druhy čeledi.

Značné podobnosti mezi jednotlivými parataxony čeledi Molossidae a ve srovnání s jednotlivými zástupci čeledi Vespertilionidae i zřetelně obtížnější jednoznačné druhové rozlišení v této skupině názorně ilustruje grafický přehled variability několika základních echolokačních charakteristik na Obrázek 54.



Obrázek 54: Srovnání šesti základní akustických parametrů echolokačních hlasů jednotlivých parataxonů Vespertilionidae, Molossidae a Emballonuridae na základě vlastních standardizovaných měření.

Počty záznamů zástupců čeledí Rhinolophidae a Hipposideridae byly obecně velmi nízké – v neposlední řadě i ze shora diskutovaných metodických příčin (Wright 2008; Monadjem *et al.* 2017). Diskutovat otázky reálné početnosti a distribuci zástupců těchto skupin na základě našich dat nelze. Masový výskyt ve sledovaném území není však s ohledem na absenci podzemních úkrytů a dominanci savanových polootevřených stanovišť příliš pravděpodobný. Nicméně bylo zaznamenáno 6 druhů. Rozlišení druhů *R. capensis* a *R. simulator* kvůli podobným echolokačním charakteristikám, které jsou i v různých

oblastech proměnlivé, není pouze na základě nahrávek echolokace jednoduché (Moir *et al.* 2021). V práci Brinkley *et al.* 2021 je v záznamech patrná nepřítomnost druhu *R. capensis*, který byl zaznamenán v našich nahrávkách. Oproti tomu je zde ale zaznamenán *R. darlingi*, který má podobné echolokační charakteristiky a ke kterému v našem výzkumu nebyl přiřazen žádný parataxon (Monadjem *et al.* 2007; Brinkley *et al.* 2021). Jelikož se jejich výzkum odehrával na části území, které bylo využito i při našem výzkumu, měli bychom vzít v úvahu i možnost z naší strany špatného určení tohoto parataxonu. Tuto možnost podporují i studie o rozšíření druhu *R. capensis*, které sice uvádí tento druh jako endemit Jihoafrické republiky, nicméně záznamy pochází spíše z jihozápadní části republiky (Salata 2012; Monadjem *et al.* 2020). I přes vysoké počty záznamů druhu *R. smithersi* v práci Brinkley *et al.* 2021, nebyl tento druh zaznamenán během našeho výzkumu. Ač jeho echolokační frekvence je oproti ostatním vrápencům výrazně nižší, jeho intenzita pravděpodobně nestačí na to, aby byl našimi mikrofony zaznamenán (Monadjem *et al.* 2017).

Celkový počet záznamů čeledi Molossidae řádově převyšuje počty záznamů ostatních parataxonů, jde jednoznačně o eufrekventní a eudominantní komponentu všech analyzovaných společenstev. Po této skupině jsou nejpočetnější parataxony z čeledi Vespertilionidae, Emballonuridae a Miniopteridae, nejméně početné jsou pak čeledi Hipposideridae a Rhinolophidae. Tento výrazný rozdíl početnosti může být dán využívanou echolokační frekvencí, která na základě frekvenční výšky odlišně podléhá atmosférické atenuaci (Griffin 1971; Lawrence and Simmons 1982). Pro čeleď Molossidae je obecně typická nízká echolokační frekvence (do 30 kHz), která se díky nižší vzdušné atenuaci nese na dlouhou vzdálenost (až 25 m), a pravděpodobnost jejího zaznamenání je tak podstatně vyšší než pro další čeledi (Monadjem *et al.* 2017). U čeledi Vespertilionidae bývá dosah signálu na 5–20 m, ale u některých druhů i nižší, například druhy lovcí z povrchu kromě echolokace k zaměření kořisti využívají zvuk, který kořist produkuje (Aldridge *et al.* 1990; Elizabeth Anderson and Racey 1991; Monadjem *et al.* 2017). U čeledí Rhinolophidae a Hipposideridae je dosah signálu do 2 metrů od echolokujícího jedince (Monadjem *et al.* 2017). Velké množství záznamů čeledi Molossidae může být dáno právě jejich typem echolokačního signálu, který je snadno zaznamenán na velkou vzdálenost (Monadjem *et al.* 2017).

5.3 Sezonní a noční aktivita

Celkový trend noční aktivity zaznamenaných parataxonů vychází pro severní a jižní část KNP odlišně. V jižní části byly v průběhu noci v obou sezónách zaznamenány dva vrcholy aktivity: první vrchol mezi 19.-21. hodinou, druhý v čase mezi 23. a 1. ranní. To odpovídá i práci Taylor *et al* 2013. Oproti tomu v severní oblasti je z celkových záznamů výrazný jeden déletrvající nárůst počtu záznamů v čase mezi 19.-22. hodinou. Noční aktivita je většinou pozitivně korelována s množstvím hmyzu a teplotou (Hayes 1997). Je tedy možné, že v jižní oblasti, dále od rovníku, dochází v noci k vyššímu poklesu teploty, a tedy i aktivita hmyzu a potencionální kořisti poklesne, zatímco v severní části, která se nachází již blíže k rovníku, a tedy teplota je zde o něco vyšší, je aktivita hmyzu déletrvající, což umožňuje i delší aktivitu netopýrů využitou k lovu. Nicméně charakter aktivity zaznamenaných parataxonů se v průběhu noci mění jak v únorovém, tak v listopadovém období. To se liší od výsledků práce Parker and Bernard, 2019 z národního parku Mupungubwe, jejichž výsledky ukázaly pro letní období v podstatě velmi ustálenou noční aktivitu. Příčinou je pravděpodobně charakter daného prostředí (Monadjem *et al.* 2020). Noční aktivita jednotlivých parataxonů je mnohdy rozdílná. Parataxon druhu *E. hottentotus* vykazuje poměrně vysokou aktivitu v čase mezi 20.-1. hodinou, což může souviset s celkově vyšší abundancí záznamů tohoto parataxonu. *S. dinganii* vykazuje druhý vrchol aktivity v jižní části až v čase mezi 2. a 5. hodinou, což je společné i pro *L. capensis*, u kterého je tento trend zaznamenán i v severní části KNP. Toto zvýšení aktivity bude pravděpodobně opět souviset s ranním zvýšením teploty, a v souvislosti s tím i zvýšení množství kořisti (Parker and Bernard 2018). *N. zuluensis* vykazuje mezisezonní i mezioblastní rozdíly v počtu a časovém výskytu vrcholů počtu záznamů. Je možné, že zde budou hrát roli i další faktory, než potravní nabídka a teplota. Podobný trend lze pozorovat u parataxonu *A. nana*. Pro parataxon *P. hesperidus* je typická časně noční aktivita (kolem 19. hodiny), vychyluje se akorát únorová sezona v jižní oblasti, kde počty záznamů vykazují dva vrcholy: první vrchol kolem 23. hodiny a druhý kolem 3. hodiny. *P. rusticus* oproti tomu vykazuje nejvyšší aktivitu až kolem 23. hodiny. *T. mauritanus* vykazuje v severní i jižní oblasti bimodální aktivitu, druhý vrchol nastává kolem 2.-3. hodiny, avšak tento druhý vrchol vykazuje vyšší počet záznamů než první, což v porovnání s předchozími parataxony není obvyklé. Tento trend byl zaznamenán i v diplomové práci Brinkley 2018, kde druhý, ale opět vyšší vrchol aktivity nastával kolem 1. hodiny. Čeleď Molossidae vykazuje obecně vysoké početnosti v průběhu noci, nicméně jsou vidět dva vrcholy početnosti (mezi 19.-21. hodinou a 1.-2. hodinou). Výjimku tvoří listopadová sezona v severní oblasti, kde je podobně vysoké množství

záznamů mezi 19.-23. hodinou a posléze jejich množství až do rána klesá. Uvedené aktivitní poměry jsou zmiňovány i v obecných charakteristikách nejhojnějšího druhu *Chaerephon pumilus*. Nerovnoměrný průběh noční letové aktivity a nezanedbatelné mezidruhové rozdíly v tomto ohledu (viz výše) jsou tedy faktorem, k němuž třeba při cenologických analýzách bioakustických záznamů důsledně přihlížet, chceme-li se vyvarovat nekorektním posunům v hodnocení reálné abundance jednotlivých druhů. V první řadě to platí pro hodnocení záznamů z monitorovacích transektů v pravidelný čas v noci (Taylor *et al.* 2013). Je potřeba znát aktivitu druhů, u kterých se předpokládá jejich přítomnost na sledované lokalitě a podle toho uzpůsobit časy případného detektoringu.

Při porovnání sezonní aktivity druhů čeledi Vesperilionidae, ale i Embalonuridae a Miniopteridae, oba zastoupené jedním druhem, je patrná vyšší aktivita netopýrů v únoru (konec léta a období dešťů), než v období listopadu (jaro, konec období sucha). Zatímco v prvním úseku odpovídá distribuce a aktivita netopýrů poměrům optimální roční sezóny – klimaticky a potravní nabídkou, v listopadu třeba počítat s poměry charakterizujícími nepříznivé zimní období. Absence srážek a nízké teploty jsou spojeny s nižší dostupností potravy na savanách a prostorové fragmentaci bohatších potravních zdrojů, v úvahu přichází i migrace netopýrů do příhodnějších oblastí (Bronner *et al.* 1999; Taylor, Monadjem, *et al.* 2013; Adams and Kwiecinski 2018; Monadjem *et al.* 2020). V tomto ohledu mohou hrát důležitou roli lesnaté oblasti s dostatkem úkrytů a hlavně stálějším mikroklimatem poskytujícím dostatek potravy i v období sucha, kam se mohou netopýři na zimu stahovat a u kterých byla tato vyšší abundance netopýrů právě potvrzena v období zimy (De Torrez *et al.* 2018). Zvýšení početnosti v období února bylo zaznamenáno i ve výzkumu Taylor *et al.* 2013, který probíhal západně od KNP. Jako důvod vysoké početnosti netopýrů v tomto období je uváděno zaznamenané vyšší množství potencionální kořisti (Taylor *et al.* 2013; Weier *et al.* 2018). Nižší množství záznamů v období listopadu tak může být dáno tím, že nemuselo dojít ještě k přesunu netopýrů z úkrytových oblastí či z míst rození mláďat. I přes někdy výrazné početností rozdíly však byly všechny parataxony s početnějšími záznamy nahrány v obou sezónách v severní i jižní části KNP.

Opačný trend vykazují zástupci čeledi Molossidae, u kterých je vyšší početnost zaznamenána v období listopadu, zároveň v tomto období nevykazují velké množství agregací. V období února je jejich početnost výrazně nižší, nicméně jsou zaznamenané početné agregace těchto netopýrů, zejména v blízkosti početných mateřských kolonií, využívajících úkrytových možností v kempech, dutinách mostů apod. Je tedy možné, že rozdíl v početnosti záznamů mezi

únorem a listopadem může být z části dán vyšší agregací zástupců čeledi Molossidae v období února, a tedy nižším počtem záznamů na dalších lokalitách. Množství zaznamenaných jedinců na lokalitě s jejich agregací může být kvůli metodice zkresleno. Uplatněná metodika v podstatě nepočítá s více jedinci stejného druhu na jednom záznamu. To by mělo být kompenzováno více záznamy za noc (častějším spouštěním nahrávání), nicméně v případě výrazně vyšší početnosti netopýrů toto nemusí stačit. Vysoká početnost záznamů v období listopadu může být dána nižší dostupností kořisti, a tedy nutností větší disperze na loviště, kterými jsou pro zástupce čeledi Molossidae, už z charakteru tělesných a echolokačních adaptací, otevřené plochy, savany (Bouchard 1998, 2001; Kalko *et al.* 2008). Naprosto opačný trend má však čeleď Emballonuridae a její jediný zaznamenaný zástupce *T. mauritanus*, který, ačkoliv patří do skupiny lovců otevřených stanovišť a velkých výšek, v listopadových záznamech vykazuje naprosto minimální počty oproti únorovým nahrávkám (Fenton *et al.* 1980). Rozdíl mezi abundancí Molossidae a ostatních čeledí netopýrů může být dán mimo jiné i rozdílným typem kořisti (Ellis 1996). V období listopadu a prosince se také většině druhů rodí mláďata (Happold and Happold 1990). Je tedy otázkou, zda se na populacích na lovištích nepodepisuje i tento vliv.

Trend vysoké početnosti Molossidů v období chladnějších měsíců v podstatě potvrzuje i výzkum Brinkley *et al.* 2021, který probíhal v severní části KNP v letech 2017 a 2018. Jedná se o výzkum zaměřený na revizi druhového bohatství tamního netopýřího společenství. Z velké části se metodické postupy při využití akustických technologií shodovaly, což nám umožňuje srovnání s jejich výsledky (Brinkley *et al.* 2021). Celkové množství záznamů pořízených během našeho a jejich výzkumu je v podstatě totožný, nicméně zde můžeme vidět nezanedbatelné rozdíly v procentuálních záznamech jednotlivých skupin (Tabulka 28).

Tabulka 28: Porovnání počtu záznamů práce Brinkley *et al.* 2021 a našeho výzkumu. Tučně zvýrazněny hodnoty dominantních indexů eudominantních a dominantních elementů.

Species	Brinkley et al. 2021				Naše výsledky							
	2017	2018	Celkem	%	Celkem	%	Sever	%	Jih	%	Campy AVG	%
Emballonuridae												
<i>T. mauritanus</i>	895	624	1519	1,26	3184	2,73	1228	2,06	1956	3,43	554	3,35
Hipposideridae												
<i>H. caffer</i>	1083	265	1348	1,12	5	0,00	4	0,01	1	0,00		
Miniopteridae												
<i>M. natalensis</i>	611	1673	2284	1,90	293	0,25	35	0,06	258	0,45	2	0,01
Molossidae												
<i>Ch. ansorgei</i>	9649	3660	13309	11,07	8175	7,01	3631	6,09	4544	7,97	306	1,85
<i>Ch. pumilus</i>	8036	6345	14381	11,96	25692	22,03	16104	27,03	9588	16,81	5755	34,75
<i>M. condylurus</i>	15106	8384	23490	19,54	1358	1,16	224	0,38	1134	1,99	354	2,14

<i>M. midas</i>	5681	1371	7052	5,87	3903	3,35	2158	3,62	1745	3,06	197	1,19
<i>O. martiensseni</i>	39	33	72	0,06	1442	1,24	653	1,10	789	1,38	79	0,48
<i>T. aegyptiaca</i>	18596	12992	31588	26,28	20158	17,28	9796	16,44	10362	18,16	5262	31,77
Rhinolophidae												
<i>R. darlingi</i>	1	33	34	0,03								
<i>R. fumigatus</i>	307	49	356	0,30	1	0,00	1	0,00				
<i>R. landeri</i>					17	0,01	16	0,03	1	0,00	1	0,01
<i>R. simulator</i>	56	154	210	0,17	2	0,00			2	0,00		
<i>R. smithersi</i>	1194	541	1735	1,44								
<i>R. swinnyi</i>											1	0,01
<i>R. capensis</i>					14	0,01	1	0,00	13	0,02		
Vespertilionidae												
<i>E. hottentotus</i>	1194	1270	2464	2,05	18270	15,67	10518	17,65	7752	13,59	583	3,52
<i>M. tricolor</i>	104	98	202	0,17	267	0,23	17	0,03	250	0,44	46	0,28
<i>Myotis</i> sp.					31	0,03	0	0,00	31	0,05	1	0,01
<i>L. capensis</i>	950	4387	5337	4,44	6481	5,56	3508	5,89	2973	5,21	155	0,94
<i>A. nana</i>	4563	1758	6321	5,26	10665	9,14	4930	8,28	5735	10,05	1480	8,94
<i>N. zuluensis</i>	369	2323	2692	2,24	3640	3,12	1832	3,08	1808	3,17	72	0,43
<i>N. schlieffeni</i>	257	1219	1476	1,23	15	0,01	1	0,00	14	0,02		
<i>P. hesperidus</i>	35	14	49	0,04	3257	2,79	1323	2,22	1934	3,39	55	0,33
<i>P. rusticus</i>	54	593	647	0,54	3292	2,82	587	0,99	2705	4,74	214	1,29
<i>S. dinganii</i>	1895	1625	3520	2,93	5144	4,41	2114	3,55	3030	5,31	1425	8,60
Unknown 34	0	88	88	0,07								
Unknown 75	38	3	41	0,03	14	0,01	6	0,01	8	0,01	13	0,08
Sp. 45					748	0,64	531	0,89	217	0,38		
Sp. 37					184	0,16	25	0,04	159	0,28	2	0,01
Sp. 20					342	0,29	330	0,55	12	0,02	1	0,01
NoID					29	0,02	3	0,01	26	0,05	4	0,60
TOTAL	70713	49502	120215		116623		59576		57047		16562	
MOLOSSIDAE	57107	32785	89892	74,78	60728	52,71	32566	54,66	28162	49,37	11953	72,17
VESPERTILIO.	9459	13378	22837	19,00	52103	44,04	25396	41,74	26707	46,44	4033	24,35
Molos/Vesp	6,04	2,45	3,94	3,94	1,17	1,20	1,28	1,31	1,05	1,06	2,96	2,96

Zhruba 53 % všech našich záznamů tvořila čeleď Molossidae, nicméně ve výzkumu Brinkley *et al.* 2021 bylo zjištěno procentuální zastoupení této čeledi až 75 %. Oproti tomu čeleď Vespertilionidae vykazuje vyšší početnosti v našich záznamech (44 % v našich záznamech, 19 % v záznamech Brinkley *et al.* 2021. Důvodem tohoto rozdílu mohou být odlišné měsíce nahrávání. Zatímco naše záznamy byly nahrány v období listopadu a února, tedy na začátku období dešťů a na jeho konci, záznamy z výzkumu Brinkley *et al.* 2021 byly nahrány v ještě okrajovějších fázích období dešťů a v období sucha, tedy v průběhu podzimu, zimy a začátku jara. Skutečnost, že se naše výsledky liší, tak v podstatě odpovídá tendencím, které jsme zaznamenali. Tedy, že po zimě je vyšší abundance zástupců čeledi Molossidae než Vespertilionidae, zatímco v průběhu léta se situace vyrovnává až otáčí. Ačkoliv se jedná o subtropickou oblast, stále zde dochází k rozdílným výkyvům teplot v období léta a zimy, v kombinaci se suchem v zimním období tak může docházet k tomu, že se zástupci Vespertilionidae uchylují do úkrytů či příhodnějších oblastí, kde přečkají zimu (McDonald

et al. 1990; De Torrez *et al.* 2018). Díky potřebě volného prostoru tento efekt u čeledi Molossidae nemusí být patrný, a tito netopýři tak mohou zůstat na savanách (Monadjem *et al.* 2020). Vliv na zaznamenané vyšší abundance čeledi Molossidae v suchém období v případě práce Brinkley *et al.* 2021 může mít zvolená metodika. Cílem jejich výzkumu byla druhová skladba netopýřů v severní části KNP. Tomu odpovídaly i lokality sběru záznamů, které se ve většině případů vyskytovaly v okolí vody, kde byla zjištěna nejvyšší abundance netopýřů (Taylor *et al.* 2020; Brinkley *et al.* 2021). Je tedy pravděpodobné, že obzvláště v období sucha bude okolí vodních toků hojně využíváno hmyzem, a tedy i netopýři (Rautenbach *et al.* 1996; Bouchard 1998; Taylor *et al.* 2013; Taylor *et al.* 2020). Vyšší abundance netopýřů na lokalitách vyskytujících se u vody může být kromě dostupnosti vody ovlivněna vyšší densitou vzrostlých stromů poskytujících dostatek úkrytů pro netopýři i vhodné mikroklima podporující vlhkost, stálou teplotu, a v návaznosti na to i dostatek kořisti (Hackett *et al.* 2013; De Torrez *et al.* 2018). Je zde tedy velká pravděpodobnost záznamu velkého množství netopýřů z širokého okolí než v období dešťů, což potvrzuje i práce Taylor *et al.* 2020. V této práci byla pozorována abundance netopýřů kolem vodního toku i v různé vzdálenosti od něj (až 12 km) v únoru i listopadu (Taylor *et al.* 2020). Byl zde zaznamenán pokles početnosti a druhové skladby netopýřůho společenstva s narůstající vzdáleností od řeky, nicméně vzdálenost měla výrazně méně významný vliv na druhy využívající otevřený prostor (převážně zástupci čeledi Molossidae), než na ostatní druhy (Taylor *et al.* 2020). Mnohé sběry nahrávek v práci Brinkley *et al.* 2021 pochází i z kempů. Vzhledem k podobnosti výsledných celkových počtů čeledi Vespertilionidae a Molossidae s našimi počty záznamů těchto čeledí z campů, je možné, že tyto lokality mohly mít významný vliv na celkové poměry těchto skupin. Ačkoliv se porovnáním vlivu období sucha a dešťů zabývají i mnohé další studie, jen u této naší práce Brinkley *et al.* 2021 jsou uvedeny i početnosti jednotlivých druhů a čeledí, se kterými se dá pracovat i v budoucích výzkumech. Trend úbytku zástupců čeledi Vespertilionidae a ostatních čeledí je v zimním období naprosto zjevný, nicméně pro čeleď Molossidae vychází zimní početnosti nad očekávání vysoké.

K dalším analýzám těchto jevů přináší výsledky našeho výzkumu velmi silný datový aparát. Oproti předchozím výzkumům je náš materiál založen na vysoce standardisované metodice, stabilním vymezení záznamových míst s podrobným referenčním aparátem kontextuálních charakteristik a jednotném systému sběru a zpracování dat. Závěry našich analýz, zejména stran mezisezonních rozdílů v prostorové struktuře společenstev a charakteru výskytu jednotlivých parataxonů, je možné chápat jako velmi spolehlivá empirická data, jejichž

výpovědím je třeba podřídít naskýtající se interpretace. Prvním krokem interpretační analýzy těchto dat je ujasnění pozice časových úseků sběru dat v kontextu ročního klimatického cyklu a životního cyklu místních netopýřích populací. V této souvislosti je třeba připomenout, že listopadový termín je úsekem doznívající chladné a suché zimy, jara s počínajícím rozvojem potravních zdrojů. V tomto období lze předpokládat jejich mozaikovou distribuci s lokálně proměnlivou kapacitou podporující oportunistickou predaci s vysokou mírou explorační aktivity. Skupinou svým rychlým letem a schopností využívat rozptýlené potravní zdroje disponovanou k efektivnímu využívání této strategie jsou právě Molossidae. Neudivuje, že v jarním období dosahuje disperse této skupiny a frekvence záznamů jejich příslušníků svého maxima. Obecně velmi nízké početnosti zástupců Vespertilionidae v této době je možno přičítat přetrvávání strategie, kterou velmi pravděpodobně tyto netopýři užívají v klimaticky a troficky krajně nepříznivém zimním období. Při zimních teplotách kolem 16 °C s nočními minimy kolem 5 °C lze v analogii se situací ve Středomoří předpokládat radikální snížení aktivity kombinované s úseky delší hypotermie v lokálních úkrytech, k čemuž je na rozdíl od jiných skupin (včetně Molossidae) čeleď Vespertilionidae dokonale disponována. V průběhu léta se distribuce lovecké aktivity soustředí do lokalit se zvýšenou kapacitou potravních zdrojů – potenciální kapacitu zdrojů předznamenávají již koncentrace hmyzu na počátku sezony. Tomu dobře odpovídá i překvapivě silná korelace podzimních abundancí netopýřů s hmotností hmyzu v jarním období. Během léta, včetně jeho závěru v úseku zastiženém naším výzkumem (II), vykazuje distribuce loveckých společenstev znaky mnohačetných lokálních agregací s obecným snížením objemu explorační aktivity Molossidae a snížením obecné úrovně druhové diversity společenstev. Naznačené sezonní změny byly zřetelně výraznější v jižní části KNP, což může souviset jednak s nepříznivějšími zimními podmínkami (průměrná teplota o 1-2 °C nižší než na severu), jednak s vyšší mírou strukturní a vegetační diversity pozitivně ovlivňující efektivitu lokální agregace v letním období. K ověření těchto hypotéz by bylo velmi potřebné rozšířit analogická sledování o úseky uvnitř letní a zimní sezony a v terénním výzkumu podrobněji zohlednit i reprodukční dynamiku jednotlivých členů společenstva. V každém případě, poznatky týkající se rozsahu sezonních změn v cenologické dynamice jihoafrických netopýřích společenstev představují nečekaně robustní výstup projektu MOSAIK a otevírají atraktivní téma pro návazné výzkumy.

6 Závěr

V této diplomové práci jsme se v rámci komplexního projektu MOSAIK zaměřovali na charakter netopýřího společenstva Krugerova národního parku (KNP) v Jihoafrické republice. Na 60 vytyčených bodech jsme za pomoci automatických detektorů sledovali druhovou diverzitu a abundanci netopýřů jednotlivých stanovišť a uváděli je do kontextu dalších proměnných, jako je potravní nabídka, dostupnost vody, vegetační složení krajiny a sezonalita s působením srážek a teploty. Získané výsledky jsme porovnávali mezi sezónou i oblastí parku (severní a jižní část) i s výsledky předchozích výzkumů prováděných na sledovaném území či v jeho blízkosti.

Využití automatických detektorů se v těchto podmínkách ukázalo jako metoda poskytující bohatý datový soubor obsahující široké spektrum informací o netopýří fauně sledovaných lokalit. Dohromady jsme zaznamenali 22 druhů a 3 nepřirazené parataxony. Pro tyto parataxony jsme zjišťovali i pravděpodobnost jejich vzájemné záměny. Jejich bližší určení jsme podepřeli o databázi vytvořenou z dostupné literatury, databázi z odchytů i o knihovnu vytvořenou z hodnot naměřených sekvencí daného parataxonu. Vytvořena byla i série sonografů odpovídající charakteristické sekvenci zaznamenaných parataxonů. Tyto databáze budou do budoucna sloužit jako bohatý oporný materiál při dalších výzkumech.

V této práci byly zkoumány vlivy působící na zaznamenané parataxony, jejich skupiny i celkové množství a diskutovány v rámci dříve publikovaných prací. Z mnoha možných proměnných jsme potvrdili významný vliv typu stanoviště – dostupnosti vody. Průkazně nejvíce preferovaná stanoviště se nacházela u trvalého toku. To podporuje výsledky z předchozích výzkumů a zároveň je doplňuje o pozorování tohoto trendu i u periodicky vysychajících toků a trvalých toků z rozdílných částí KNP (Parker and Bernard 2018; Taylor *et al.* 2020). Významný vliv na distribuci netopýřů mělo množství vegetačního krytu na stanovišti, ale i vzdálenost od kempu. Tento trend byl pozorován i v závěrech výzkumů Foord *et al.*, 2018 a Weier *et al.*, 2018. Zastavěné oblasti jsou tak evidentně důležitým zdrojem, který netopýří využívají a který ovlivňuje jejich abundanci v krajině. Nejvýraznější vliv však měla sezona. Byl zjištěn odlišný vliv sezóny na populace čeledi Vespertilionidae a Molossidae. Čeleď Molossidae vykazovala nejvyšší aktivity v období konce jara v listopadu, oproti čeledi Vespertilionidae, která dominovala v únoru. Tento výsledek byl dán do kontextu s výzkumem Brinkley *et al.* 2021, jejichž počty záznamů těchto čeledí získané převážně z období sucha či jeho začátku a konce (březen–říjen) vykazují podobný poměr, jako záznamy z listopadu našeho výzkumu. Tyto vzájemné podobnosti by bylo záhodno prozkoumat navazujícím výzkumem

s častějšími sběry v průběhu roku, aby proměnlivost tohoto společenství byla detailněji prozkoumána.

Sledovanou proměnnou byla i noční aktivita netopýrů. Z výsledků je patrná odlišná noční aktivita v severní a jižní části KNP. Byly zaznamenány i rozdíly mezi jednotlivými parataxony v různé sezóně. Tyto rozdíly jsme posléze diskutovali s možným využitím při transektových výzkumech.

Zaměřili jsme se i na kontrolu využití metodiky. Sledovali jsme vliv umístění mikrofonu na abundanci a diverzitu zaznamenaných parataxonů. Tento vliv vyšel neprůkazný. Efekt, který jsme však zjistili, bylo průkazně vyšší množství záznamů s šumem u dolních mikrofonů (1,2 m nad zemí) oproti horním (4 m, námi využívané). Umístění mikrofonu jsme porovnávali i s metodikou dalších výzkumů využívajících automatické rekordéry. Ačkoliv bylo naše umístění mikrofonu spíše nad hranicí běžně využívané výšky (1,5 – 3 m), prokazatelný vliv na spektrum netopýrů jsme nezaznamenali.

Struktura netopýřího společenstva, jeho chování a proměny jsou ovlivněny mnoha faktory. Na několik z nich jsme se v průběhu našeho výzkumu snažili přijít, jiné potvrdit pro sledovanou lokalitu. Naše výsledky doplnily přehled o charakteru netopýřího společenstva sledované oblasti a poukázaly na možné trendy, které ho ovlivňují. Tyto a další souvislosti je však třeba ještě dále prozkoumat. Naše výsledky nastínily směr, kterým se budoucí výzkumy mohou vydat, a rozšířit tak naše znalosti specifik netopýří fauny Krugerova národního parku, Jihoafrické republiky, tím i umožnit detailnější zaměření postupů v její ochraně.

7 Citace

Adams R. A., Bonaccorso F. J., Winkelmann J. R. (2015). Revised distribution for *Otomops martiensseni* (Chiroptera: Molossidae) in southern Africa. *Global Ecology and Conservation*, 3: 707–714.

Adams A. M., Jantzen M. K., Hamilton R. M., Fenton M. B. (2012). Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution*, 3: 992–998.

Adams R. A., Kwiecinski G. (2018). Sonar surveys for bat species richness and activity in the southern Kalahari Desert, Kgalagadi Transfrontier park, South Africa. *Diversity*, 10: 103.

Aldridge H. D., Obrist M., Merriam H. G., Fenton M. B. (1990). Roosting, Vocalizations, and Foraging by the African Bat, *Nycteris thebaica*. *Journal of Mammalogy*, 71: 242–246.

Aldridge H. D., Rautenbach I. L. (1987). Morphology, Echolocation and Resource Partitioning in Insectivorous Bats. *Journal of Animal Ecology*, 56: 763–778.

Aspetsberger F., Brandsen D., Jacobs D. S. (2003). Geographic variation in the morphology, echolocation and diet of the little free-tailed bat, *Chaerephon pumilus* (Molossidae). *African Zoology*, 38: 245–254.

Barclay R. M. (1999). Bats are not birds - A cautionary note on using echolocation calls to identify bats: A comment. *Journal of Mammalogy*, 80: 290–296.

Bell G. P., Fenton M. B. (1984). The use of Doppler-shifted echoes as a flutter detection and clutter rejection system: the echolocation and feeding behavior of *Hipposideros tuber* (Chiroptera: Hipposideridae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 15: 109–114.

Bouchard S. (1998). *Chaerephon pumilus*. *Mammalian Species*, 3: 1–6.

Bouchard S. (2001). *Chaerephon ansorgei*. *Mammalian Species*, 660: 1–3.

Brabant R., Laurent Y., Dolap U., Degraer S., Poerink B. J. (2018). Comparing the results of four widely used automated bat identification software programs to identify nine bat species in coastal Western Europe. *Belgian Journal of Zoology*.

Brigham R. M., Kalko E. K., Jones G., Parsons S., Limpens H. (Eds.) (2004). Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis. Austin: Bat Conservation International.

- Brinkley E. R. (2018). Re-surveying the insectivorous bats of northern Kruger National Park, South Africa by. Unpubl. M.Sci Thesis. Rhodes University. South Africa.
- Brinkley E. R., Weier S. M., Parker D. M., Taylor P. J. (2021). Three decades later in the northern Kruger National Park: snapshot surveys may underestimate true local richness of bats. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*.
- Bronner G. N., Maloney S. K., Buffenstein R. (1999). Survival tactics within thermally - challenging roosts: Heat tolerance and cold sensitivity in the Angolan free-tailed bat, *Mops condylurus*. *South African Journal of Zoology*, 34: 1–10.
- Cantori F., Haquart A. (2017). SonoChiro® 4.0 User guide.
- Conradie D. C., Kumirai T. (2012). The creation of a South African Climate map for the quantification of appropriate passive design responses In: *4th CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environments*. Sao Paulo.
- Darras K., Pütz P., Fahrurrozi, Rembold K., Tschardt T. (2016). Measuring sound detection spaces for acoustic animal sampling and monitoring. *Biological Conservation*, 201: 29–37.
- Dietz C., Kiefer A. (2016). Bats of Britain and Europe. London: Bloomsbury Publishing.
- Dunning D. C., Krüger M. (1996). Predation upon moths by free-foraging *Hipposideros caffer*. *Journal of Mammalogy*, 77: 708–715.
- Elizabeth Anderson M., Racey P. A. (1991). Feeding behaviour of captive brown long-eared bats, *Plecotus auritus*. *Animal Behaviour*, 42: 489–493.
- Ellis S. E. (1996). Seasonal responses of South African bats to insect densities and lights (*Eptesicus somalicus*, *Nycticeius schlieffeni*, *Scotophilus dinganii*, *Scotophilus borbonicus*, *Tadarida pumila*).
- Fenton M. B., Bell G. P., Thomas D.W. (1980). Echolocation and feeding behaviour of *Taphozous mauritanus* (Chiroptera: Emballonuridae). *Canadian Journal of Zoology*, 58: 1774–1777.
- Fenton M. B., Boyle N. G., Harrison T. M., Oxley D.J. (1977). Activity Patterns, Habitat Use, and Prey Selection by Some African Insectivorous Bats. *Biotropica*, 9: 73–85.
- Fenton M. B., Brigham R. M., Mills A. M., Rautenbach I. L. (1985). The Roosting

- and Foraging Areas of *Epomophorus wahlbergi* (Pteropodidae) and *Scotophilus viridis* (Vespertilionidae) in Kruger National Park, South Africa. *Journal of Mammalogy*, 66: 461–468.
- Fenton M. B., Rautenbach I. L. (1986). A comparison of the roosting and foraging behaviour of three species of African insectivorous bats (Rhinolophidae, Vespertilionidae and Molossidae). *Canadian Journal of Zoology*, 64: 2860–2867.
- Fenton M. B., Thomas D. W. (1980). Dry-Season Overlap in Activity Patterns, Habitat Use, and Prey Selection by Sympatric African Insectivorous Bats. *Biotropica*, 12: 81.
- Foord S. H., Swanepoel L. H., Evans S. W., Schoeman C. S., Erasmus B. F., Schoeman M. C., Keith M., Smith A., Mauda E. V., Maree N., Nembudani N., Dippenaar-Schoeman A. S., Munyai T. C., Taylor P. J. (2018). Animal taxa contrast in their scale-dependent responses to land use change in rural Africa. *PLoS ONE*, 13: 1–17.
- Griffin D. R. (1971). The importance of atmospheric attenuation for the echolocation of bats (Chiroptera). *Animal Behaviour*, 19: 55–61.
- Griffin D. R., Webster F. A., Michael C. R. (1960). The echolocation of flying insects by bats. *Animal Behaviour*, 8: 141–154.
- Haarsma A. J., Siepel H. (2013). Macro-evolutionary trade-offs as the basis for the distribution of European bats. *Animal Biology*, 63: 451–471.
- Hackett T. D., Korine C., Holderied M. W. (2013). The Importance of Acacia Trees for Insectivorous Bats and Arthropods in the Arava Desert. *PLoS ONE*, 8: 1–10.
- Happold D. C., Happold M. (1989). Reproduction of Angola free-tailed bats (*Tadarida condylura*) and little free-tailed bats (*Tadarida pumila*) in Malawi (Central Africa) and elsewhere in Africa. *Journal of Reproduction and Fertility*, 85: 133–149.
- Happold D. C., Happold M. (1990). Reproductive strategies of bats in Africa. *Journal of Zoology*, 222: 557–583.
- Hayes J. P. (1997). Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *Journal of Mammalogy*, 78: 514–524.
- Jacobs D. S., Eick G. N., Schoeman M. C., Matthee C. A. (2006). Cryptic species in an insectivorous bat, *Scotophilus dinganii*. *Journal of Mammalogy*, 87: 161–170.

- Jones G., Van Parij S. M. (1993). Bimodal echolocation in pipistrelle bats: Are cryptic species present. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 251: 119–125.
- Joubert S. C., English M. (1972). A new bird record for the Kruger National Park. *Koedoe*, 15: 91–93.
- Kalko E. K., Estrada Villegas S., Schmidt M., Wegmann M., Meyer C. F. (2008). Flying high - Assessing the use of the aerosphere by bats. *Integrative and Comparative Biology*, 48: 60–73.
- Kingdon J., Happold D., Butynski T., Happold M. (2013). *Mammals of Africa*. London: Bloomsbury.
- Kunz T. H., Brock C. E. (1975). A Comparison of Mist Nets and Ultrasonic Detectors for Monitoring Flight Activity of Bats. *Journal of Mammalogy*, 56: 907–911.
- Lausen C. L., Barclay R. M. (2005). *Pipistrellus nanus*. *Mammalian Species*, 784: 1–7.
- LaVal R. K., LaVal M. L. (1977). Reproduction and Behavior of the African Banana Bat, *Pipistrellus nanus*. *Journal of Mammalogy*, 58: 403–410.
- Lawrence B. D., Simmons J. A. (1982). Measurements of atmospheric attenuation at ultrasonic frequencies and the significance for echolocation by bats. *Journal of the Acoustical Society of America*, 71: 585–590.
- Linden V. M., Weier S. M., Gaigher I., Kuipers H. J., Weterings M. J., Taylor P. J. (2014). Changes of Bat Activity, Species Richness, Diversity and Community Composition Over an Altitudinal Gradient in the Soutpansberg Range, South Africa. *Acta Chiropterologica*, 16: 27–40.
- MacFadyen S., Zambatis N., Van Teeffelen A. J., Hui C. (2018). Long-term rainfall regression surfaces for the Kruger National Park, South Africa: a spatio-temporal review of patterns from 1981 to 2015. *International Journal of Climatology*, 38: 2506–2519.
- McDonald J. T., Rautenbach I. L., Nel J. A. (1990). Roosting requirements and behaviour of five bat species at De Hoop Guano Cave, southern Cape Province of South Africa. *South African Journal of Wildlife Research*, 20: 157–161.
- Van Der Merwe M. (1994). Reproductive biology of the cape serotine bat, *Eptesicus capensis* in the Transvaal, South Africa. *South African Journal of Zoology*, 29: 36–39.

- Van Der Merwe M., Van Der Merwe N. J., Penzhorn B. L. (2006). Aspects of reproduction in the seasonally breeding African yellow bat, *Scotophilus dinganii* (A. Smith, 1833). *African Zoology*, 41: 67–74.
- Van Der Merwe M., Rautenbach I. L. (1990). Reproduction in the rusty bat, *Pipistrellus rusticus*, in the northern Transvaal bushveld, South Africa. *Journal of Reproduction and Fertility*, 89: 537–542.
- Van Der Merwe M., Rautenbach I. L., Van Der Colf W. J. (1986). Reproduction in females of the little free-tailed bat, *Tadarida (Chaerephon) pumila*, in the eastern Transvaal, South Africa. *Journal of Reproduction and Fertility*, 77: 355–364.
- Moir M. I., Richards L. R., Rambau R. V., Cherry M. I. (2021). Bats of Eastern Cape and Southern KwaZulu-Natal Forests, South Africa: Diversity, Call Library and Range Extensions. *Acta Chiropterologica*, 22: 365–381.
- Monadjem A. (1998). Reproduction in the little free-tailed bat *Chaerephon pumila* (Microchiroptera: Molossidae) in Swaziland. *Durban Museum Novitates*, 23: 39–41.
- Monadjem A., Demos T. C., Dalton D. L., Webala P. W., Musila S., Kerbis Peterhans, J. C., Patterson B. D. (2021). A revision of pipistrelle-like bats (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) in East Africa with the description of new genera and species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 191: 1114–1146.
- Monadjem A., Rasmussen M., Van Der Made D. C. (2011). Echolocation calls and wing morphology of selected bats in western Uganda. *Durban Museum Novitates*, 34: 29–34.
- Monadjem A., Reside A. (2008). The influence of riparian vegetation on the distribution and abundance of bats in an African savanna. *Acta Chiropterologica*, 10: 339–348.
- Monadjem A., Reside A., Lumsden L. (2007). Echolocation calls of rhinolophid and hipposiderid bats in Swaziland. *African Journal of Wildlife Research*, 37: 9–15.
- Monadjem A., Shapiro J. T., Mtsetfwa F., Reside A. E., McCleery R. A. (2017). Acoustic Call Library and Detection Distances for Bats of Swaziland. *Acta Chiropterologica*, 19: 175–187.
- Monadjem A., Taylor P. J., Fenton C., Schoeman C. M. (2020). *Bats of southern and central Africa: a biogeographic and taxonomic synthesis*. Johannesburg: Wits University Press.

- Mutumi G. L., Jacobs D. S., Winker H. (2016). Sensory Drive Mediated by Climatic Gradients Partially Explains Divergence in Acoustic Signals in Two Horseshoe Bat Species, *Rhinolophus swinnyi* and *Rhinolophus simulator*. *PLoS ONE*, 11: 1–16.
- Neuweiler G. (1989). Foraging Ecology and Audition in Echolocating Bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 4: 160–166.
- Neuweiler G. (1990). Auditory Adaptations for Prey Capture in Echolocating Bats. *Physiological Reviews*, 70: 615–641.
- Neuweiler G. (2000). *The Biology of Bats*. New York: Oxford University Press.
- O’Farrell M. J., Gannon W. L. (1999). A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy*, 80: 24–30.
- Parker D. M., Bernard R. T. (2018). The use of acoustic detectors for assessing bat species richness and functional activity in a South African National Park. *Mammalia*, 83: 53–63.
- Pienaar U. D. (1964). The small mammals of the Kruger National Park - A systematic list and Zoogeography. *Koedoe*, 7: 1–25.
- Rautenbach I. L., Espie I. (1982). First records of occurrence for two species of bats in the Kruger national park. *Koedoe*, 25: 111–112.
- Rautenbach I. L., Fenton M. B., Braack L. E. (1985). First records of five species of insectivorous bats from the Kruger national park. *Koedoe*, 28: 73–80.
- Rautenbach I. L., Fenton M. B., Whiting M. J. (1996). Bats in riverine forests and woodlands: A latitudinal transect in southern Africa. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 312–322.
- Rautenbach I. L., Goddings S. R. (1987). Post-partum oestrus in the little free-tailed bat, *Tadarida (Chaerephon) pumila* (Microchiroptera: Molossidae) at 24°S. *Journal of Zoology*, 213: 317–326.
- Rautenbach I. L., De Graaff G., Pienaar U. D. (1979). Records of seven small mammal species (Insectivora, Chiroptera) new to the Kruger National Park. *Koedoe*, 22: 81–87.
- Rautenbach I., Schlitter D., Braack L. E. (1984). New distributional records of Bats for the Republic of South Africa, with special reference to the Kruger National Park. *Koedoe*, 27: 131–135.
- Reardon S., Schoeman M. C. (2017). Species Richness, Functional Diversity and Assemblage

Structure of Insectivorous Bats Along an Elevational Gradient in Tropical West Africa. *Acta Chiropterologica*, 19: 273–285.

Roux D. J., Nel J. L., Ashton P. J., Deacon A. R., de Moor F. C., Hardwick D., Hill L., Kleynhans C. J., Maree G. A., Moolman J., Scholes R. J. (2008). Designing protected areas to conserve riverine biodiversity: Lessons from a hypothetical redesign of the Kruger National Park. *Biological Conservation*, 141: 100–117.

Russo D., Ancillotto L., Jones G. (2018). Bats are still not birds in the digital era: Echolocation call variation and why it matters for bat species identification. *Canadian Journal of Zoology*, 96: 63–78.

Russo D., Voigt C. C. (2016). The use of automated identification of bat echolocation calls in acoustic monitoring: A cautionary note for a sound analysis. *Ecological Indicators*, 66: 598–602.

Rydell J., Nyman S., Eklöf J., Jones G., Russo D. (2017). Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: A request for prudence. *Ecological Indicators*, 78: 416–420.

Salata H. A. (2012). Environmental factors influencing the distribution of bats (Chiroptera) in South Africa. Unpubl. PhD thesis. University of Cape Town, Cape Town.

Schlitter D. A., Rautenbach I. L. (1977). The occurrence of the Aloe Bat *Eptesicus Zuluensis* in the Kruger National Park. *Koedoe*, 20: 187–188.

Schnitzler H. U., Kalko E. K. (2001). Echolocation by insect-eating bats. *BioScience*, 51: 557–569.

Schnitzler H. U., Moss C. F., Denzinger A. (2003). From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 18: 386–394.

Schoeman M. C. (2006). The relative influence of competition and coevolution on the community structure of insectivorous bats in Southern Africa. Unpubl. PhD thesis. University of Cape Town, Cape Town.

Schoeman C., Monadjem A. (2018). Community structure of bats in the savannas of southern Africa: Influence of scale and human land use. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 29: 3–10.

Simmons J. A., Fenton M. B., Ferguson W. R., Jutting M., Palin J. (1979). *Apparatus*

for research on animal ultrasonic signals. Toronto: Royal Ontario Museum.

Sirami C., Jacobs D. S., Cumming G. S. (2013). Artificial wetlands and surrounding habitats provide important foraging habitat for bats in agricultural landscapes in the Western Cape, South Africa. *Biological Conservation*, 164: 30–38.

Skalak S. L., Sherwin R. E., Brigham R. M. (2012). Sampling period, size and duration influence measures of bat species richness from acoustic surveys. *Methods in Ecology and Evolution*, 3: 490–502.

Stahlschmidt P., Brühl C. A. (2012). Bats as bioindicators - the need of a standardized method for acoustic bat activity surveys. *Methods in Ecology and Evolution*, 3: 503–508.

Stevenson-Hamilton J. (2008). *South African Eden - from Sabi Game Reserve to Kruger National Park*. London: Penguin Books.

Taylor P. J., Bohmann K., Steyn J. N., Schoeman C., Matamba E., Zepeda-Mendoza M. L., Nangammbi T., Gilbert M. T. (2013). Bats eat pest green vegetable stink bugs (*Nezara viridula*): Diet analyses of seven insectivorous species of bats roosting and foraging in macadamia orchards. *Southern African Macadamia Growers' Association Yearbook*, 21: 45–52.

Taylor P. J., Cheney C., Sapsford C. (1999). Roost habitat evaluation and distribution of bats (Chiroptera) in the Durban Metropolitan Region. *Durban Museum Novitates*, 24: 62–71.

Taylor P. J., Geiselman C., Kabochi P., Agwanda B., Turner S. (2005). Intraspecific variation in the calls of some African bats (Order Chiroptera). *Durban Museum Novitates*, 30: 24–37.

Taylor P. J., Matamba E., Steyn J. N., Nangammbi T., Zepeda-Mendoza M. L., Bohmann K. (2017). Diet Determined by Next Generation Sequencing Reveals Pest Consumption and Opportunistic Foraging by Bats in Macadamia Orchards in South Africa. *Acta Chiropterologica*, 19: 239–254.

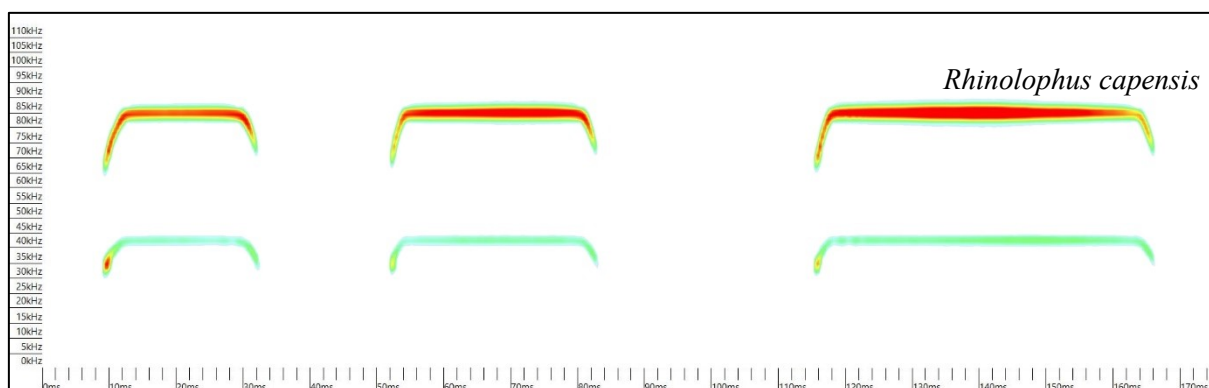
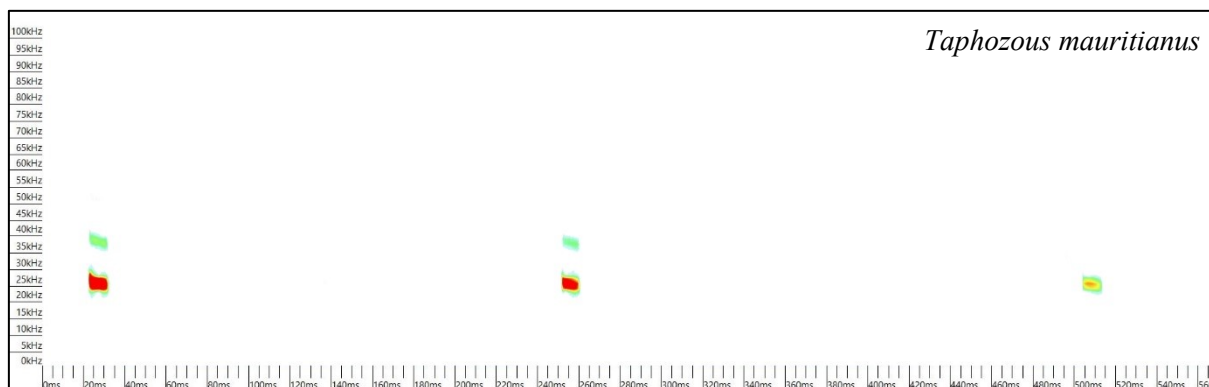
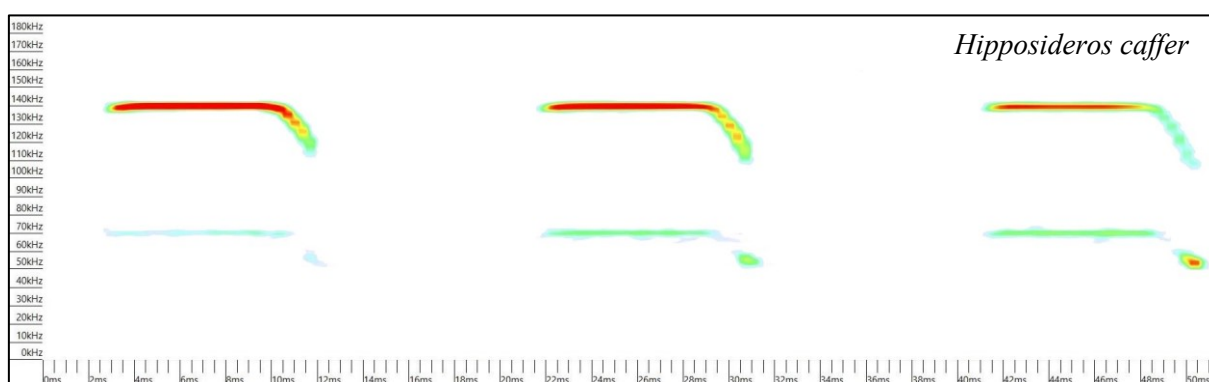
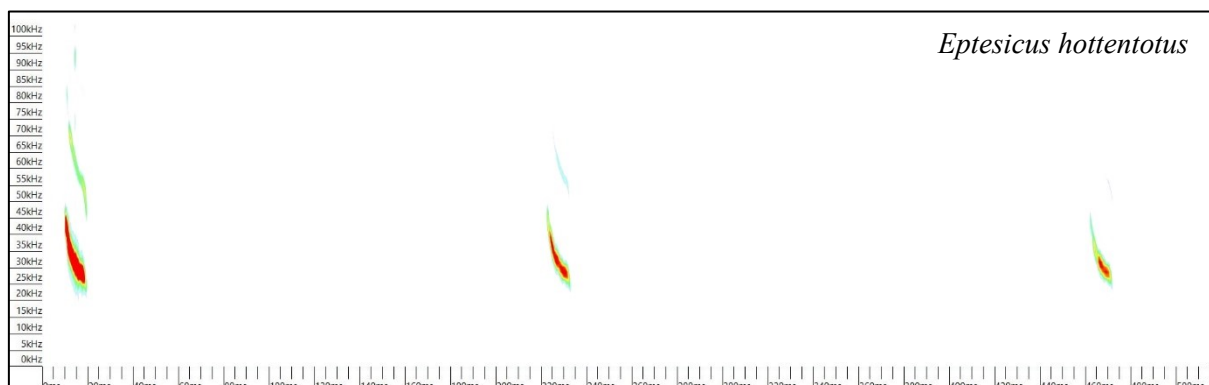
Taylor P. J., Monadjem A., Steyn J. N. (2013). Seasonal patterns of habitat use by insectivorous bats in a subtropical African agro-ecosystem dominated by macadamia orchards. *African Journal of Ecology*, 51: 552–561.

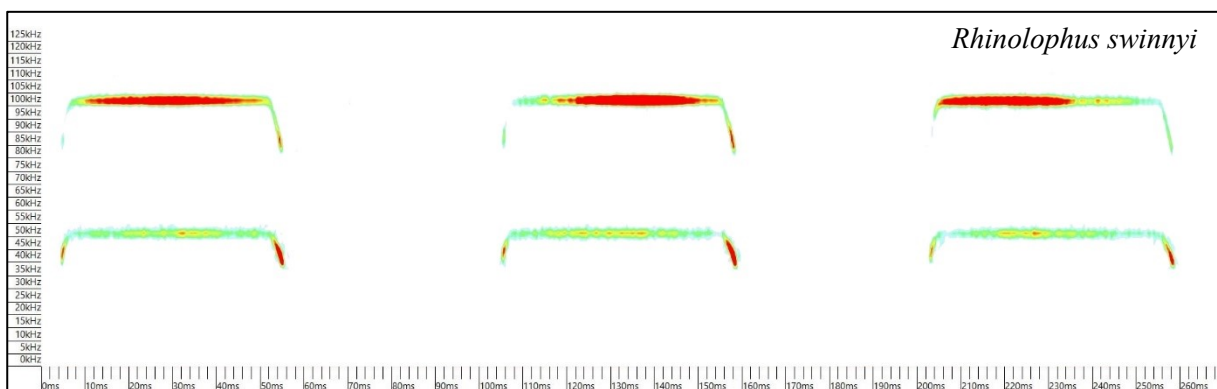
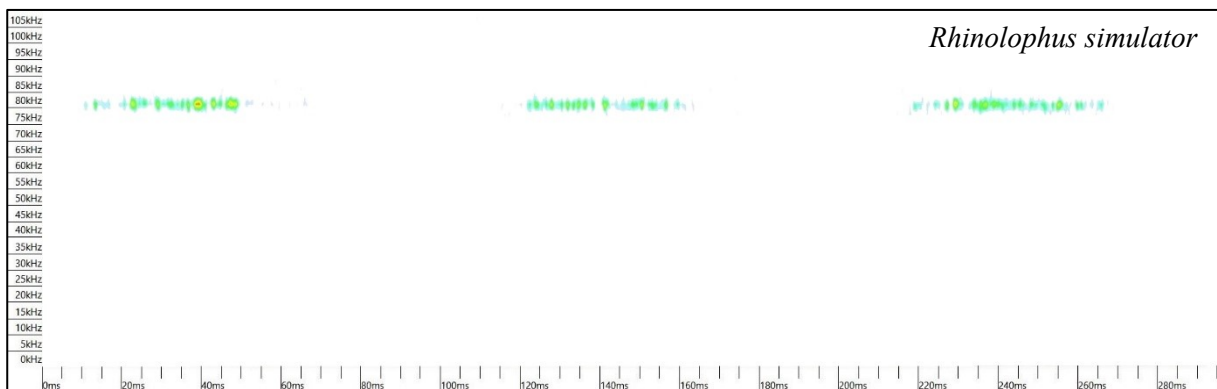
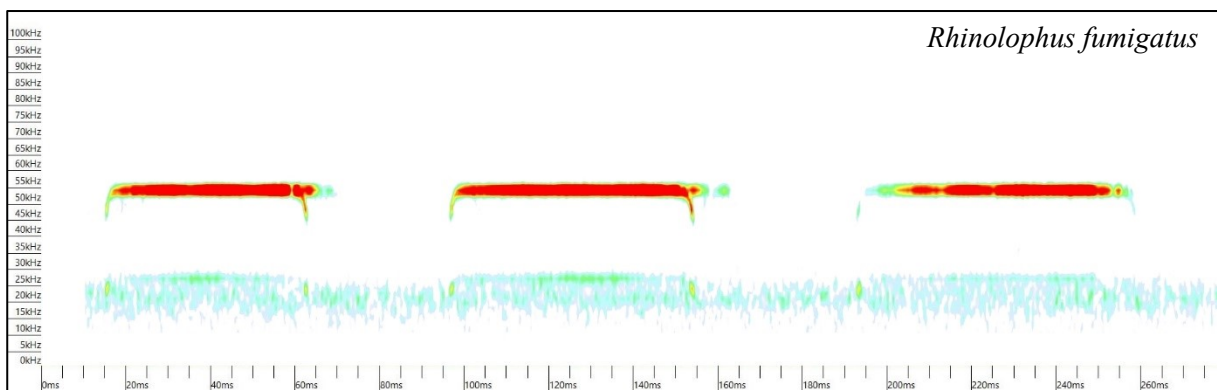
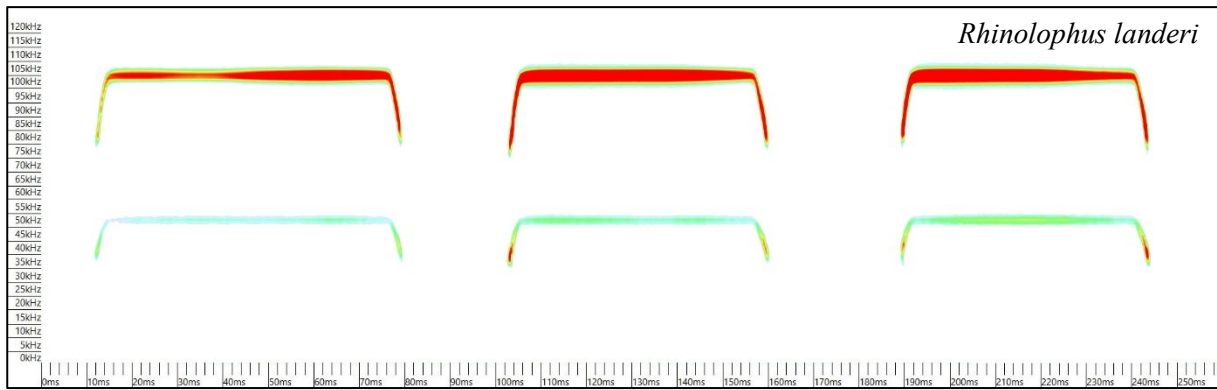
Taylor P. J., Nelufule M., Parker D. M., Toussaint D. C., Weier S. M. (2020). The Limpopo River Exerts a Powerful but Spatially Limited Effect on Bat Communities in a Semi-Arid Region of South Africa. *Acta Chiropterologica*, 22: 75–86.

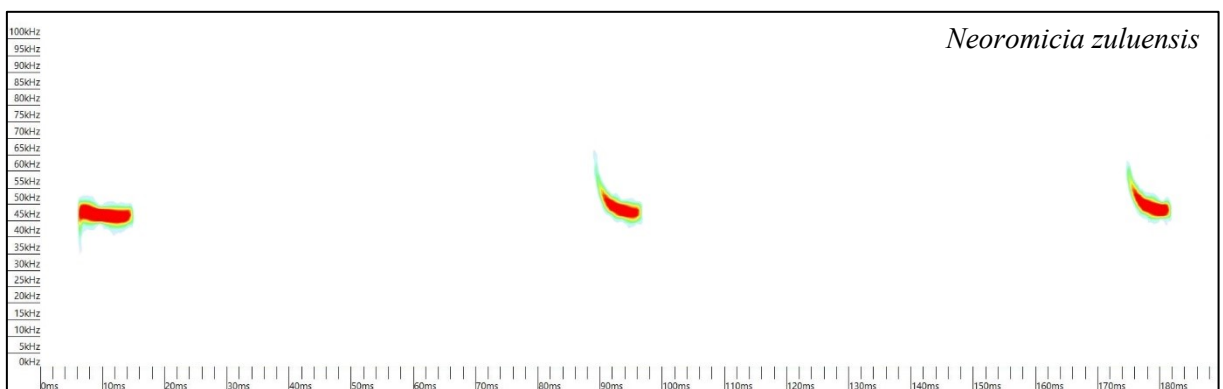
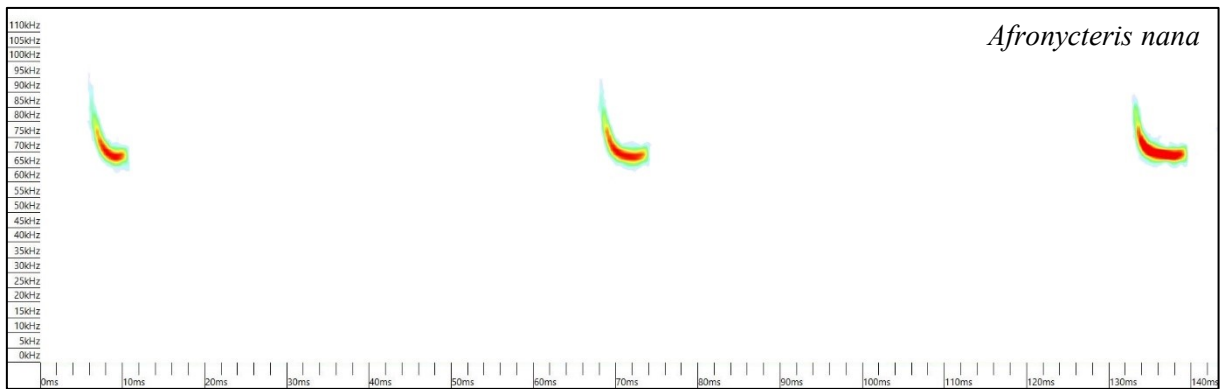
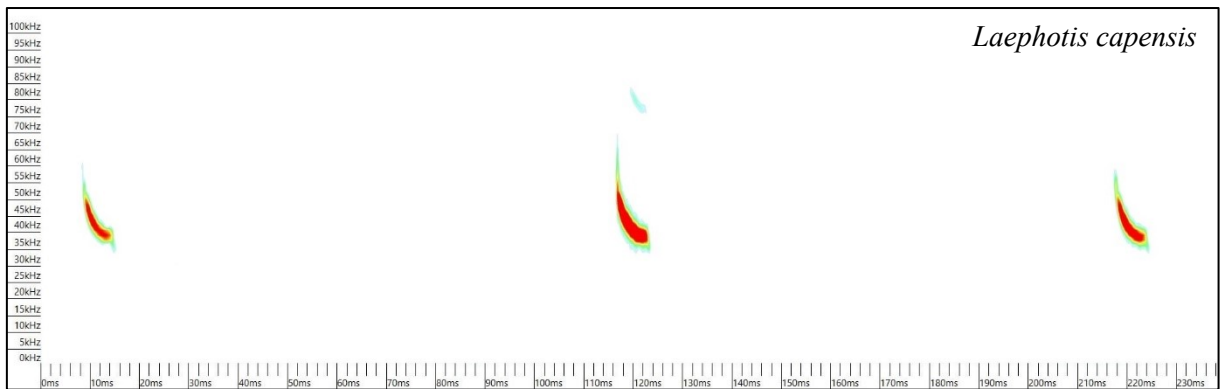
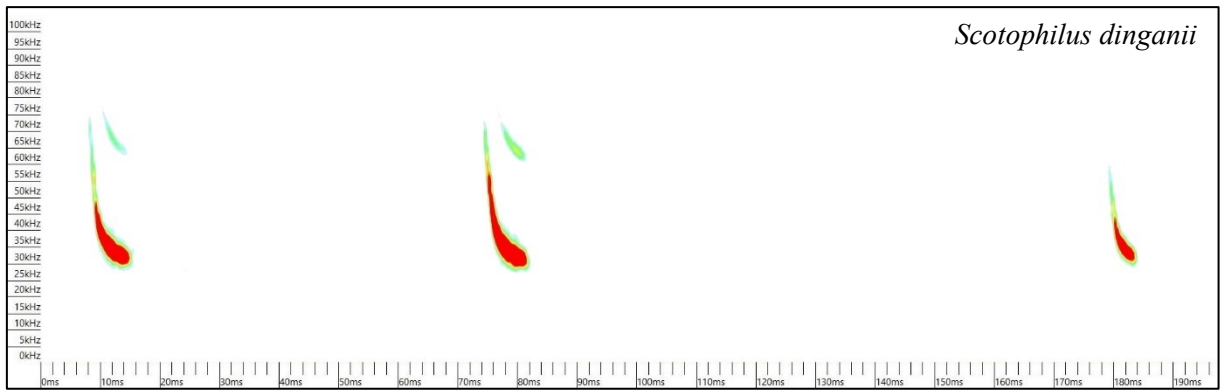
- Taylor P. J., Sowler S., Schoeman M. C., Monadjem A. (2013). Diversity of bats in the soutpansberg and blouberg mountains of northern South Africa: Complementarity of acoustic and non-acoustic survey methods. *African Journal of Wildlife Research*, 43: 12–26.
- Du Toit J. T. (2003). Large Herbivores and Savanna Heterogeneity In: *The Kruger Experience: Ecology And Management Of Savanna Heterogeneity*, 292–309.
- De Torrez E. C., Ober H. K., McCleery R. A. (2018). Critically imperiled forest fragment supports bat diversity and activity within a subtropical grassland. *Journal of Mammalogy*, 99: 273–282.
- Trentin L., Rovero F. (2011). Results of an Inventory of Bats in the Uzungwa Scarp Forest Reserve, Tanzania. *Journal of East African Natural History*, 100: 45–57.
- Venter F. J., Gertenbach W. P. (1986). A Cursory Review of the Climate and Vegetation of the Kruger National Park. *Koedoe*, 29: 139–148.
- Voigt C. C., Kingston T. (2016). *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. New York: Springer.
- Walters C. L., Collen A., Lucas T., Mroz K., Sayer C. A., Jones K. E. (2013). Challenges of Using Bioacoustics to Globally Monitor Bats In: *Bat Evolution, Ecology, and Conservation*: 479–495.
- Weier S. M., Grass I., Linden V. M., Tschardt T., Taylor P. J. (2018). Natural vegetation and bug abundance promote insectivorous bat activity in macadamia orchards, South Africa. *Biological Conservation*, 226: 16–23.
- Weier S. M., Linden V. M., Gaigher I., White P. J., Taylor P. J. (2017). Changes of bat species composition over altitudinal gradients on northern and southern aspects of the Soutpansberg mountain range, South Africa. *Mammalia*, 81: 49–60.
- Wildlife Acoustics Management Team. (2017). *Song Meter SM4BAT FS & ZC*.
- Wildlife Acoustics Management Team. (2018). *Kaleidoscope Pro 5 User Guide*.
- Wright G. S. (2008). *Hipposideros caffer* (Chiroptera: Hipposideridae). *Mammalian Species* 845: 1–9.
- Zambatis N. (2006). Average Monthly and Seasonal Temperatures of the Kruger National Park. *Scientific Services, Kruger National Park*: 30–33.

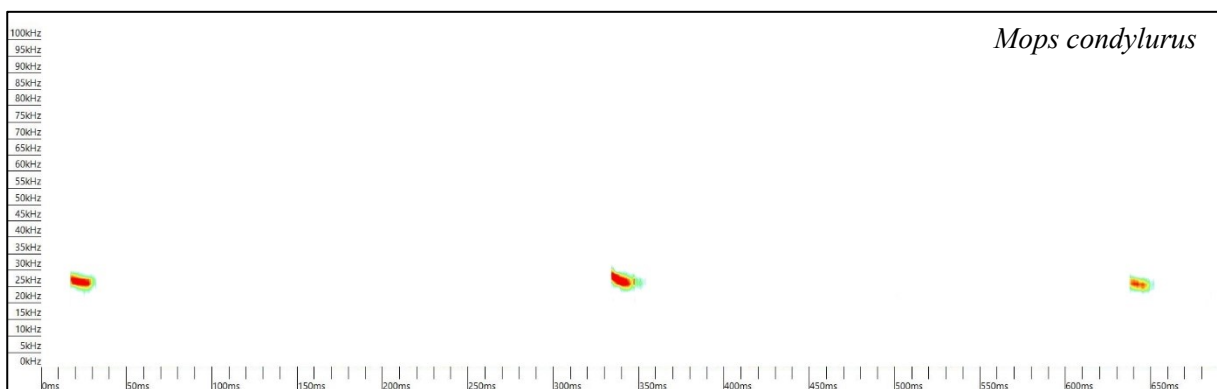
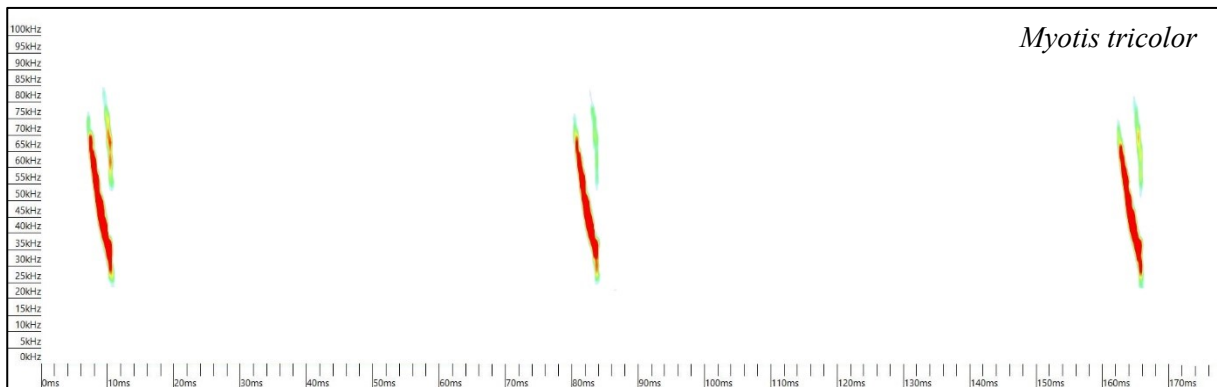
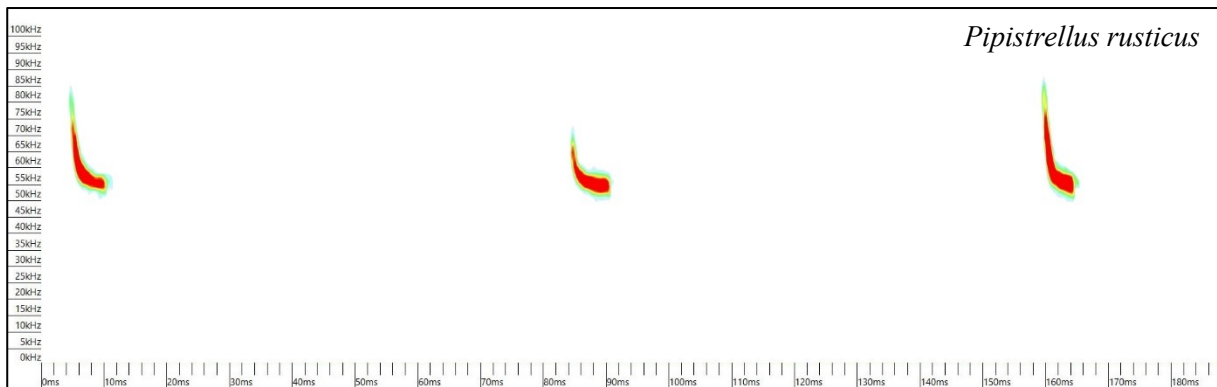
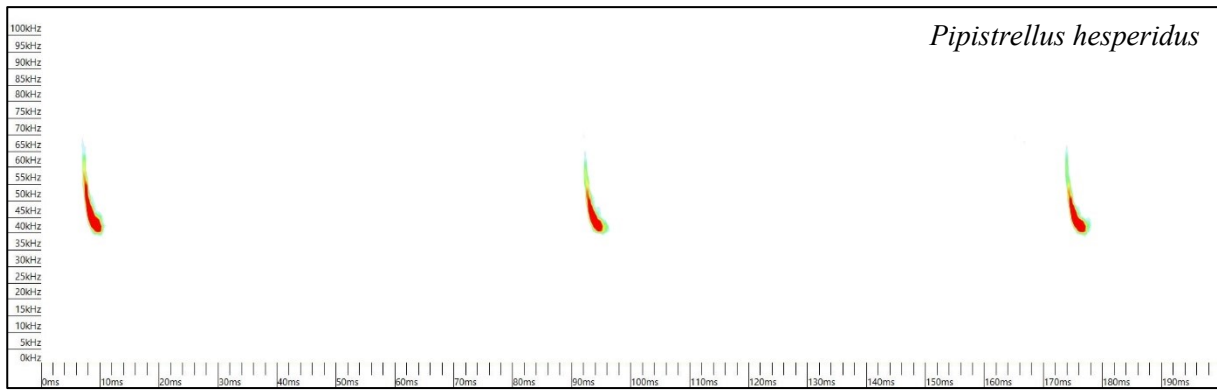
8 Přílohy

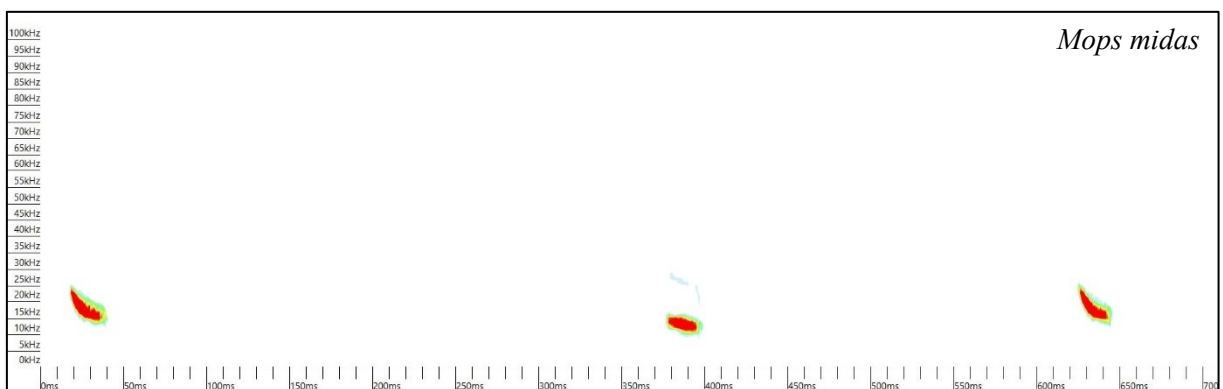
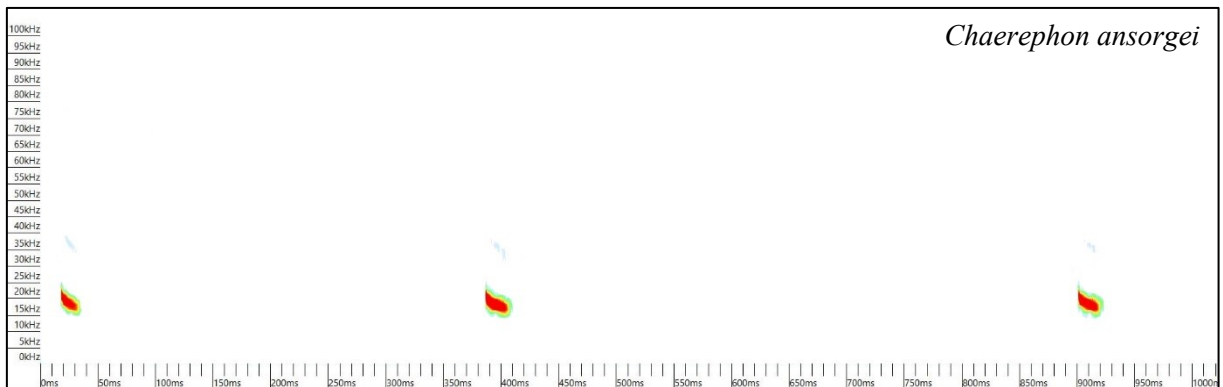
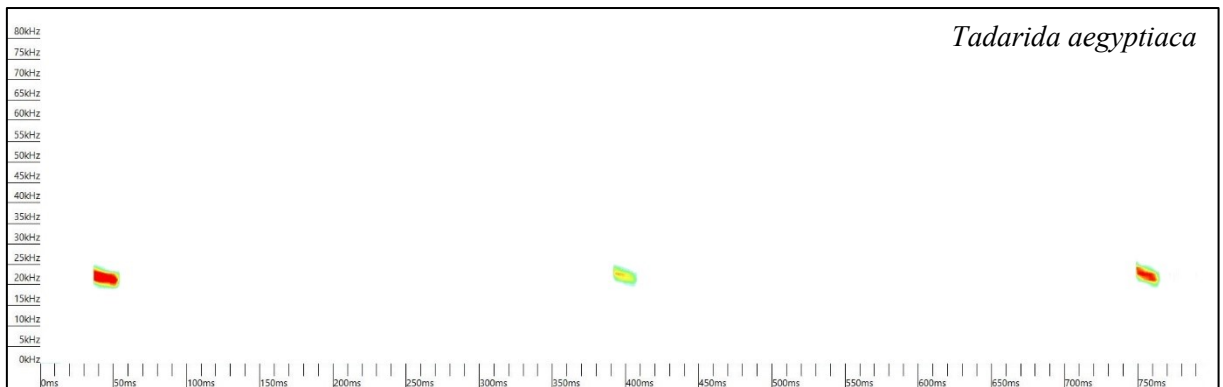
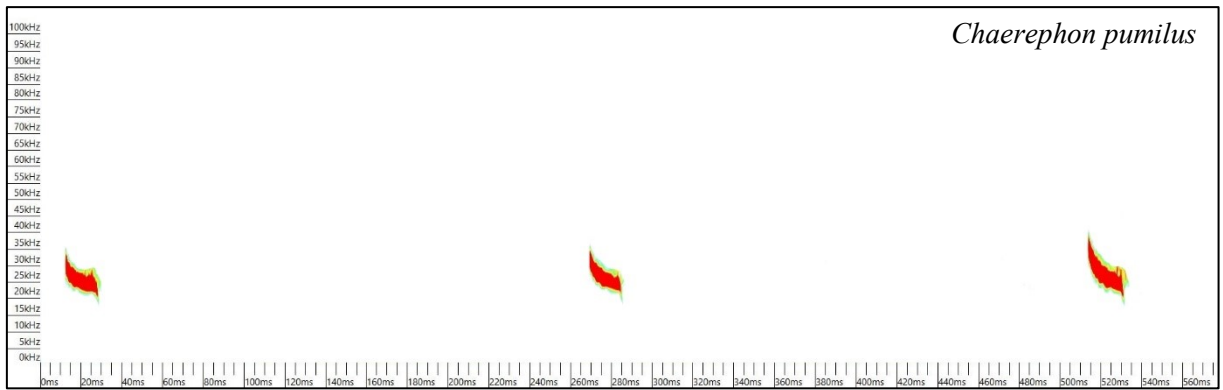
8.1 Sonografy zaznamenaných parataxonů

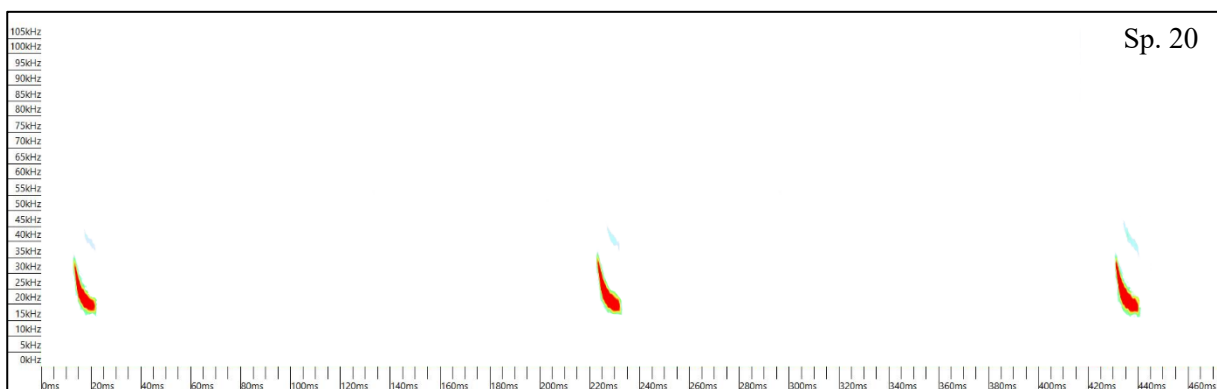
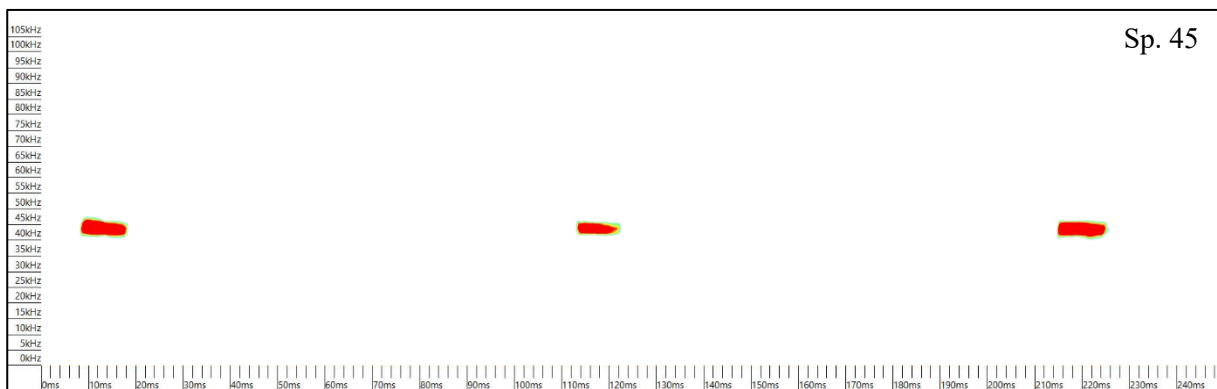
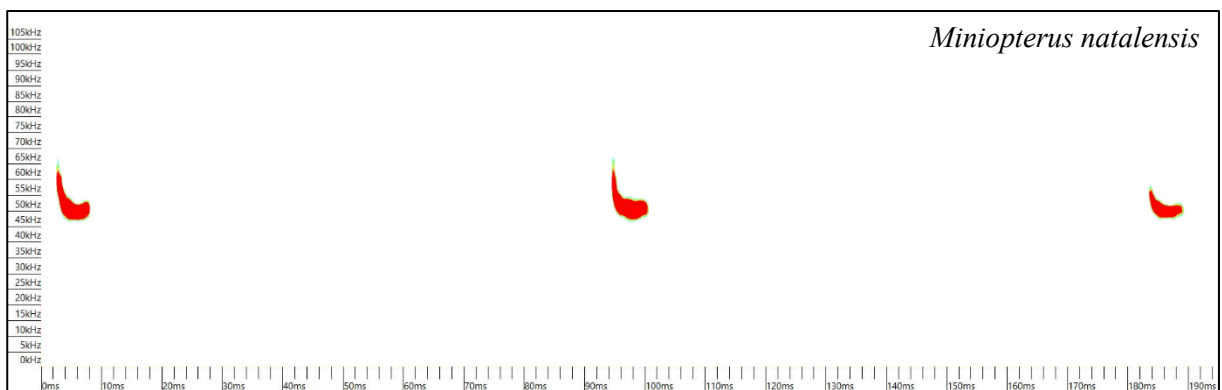
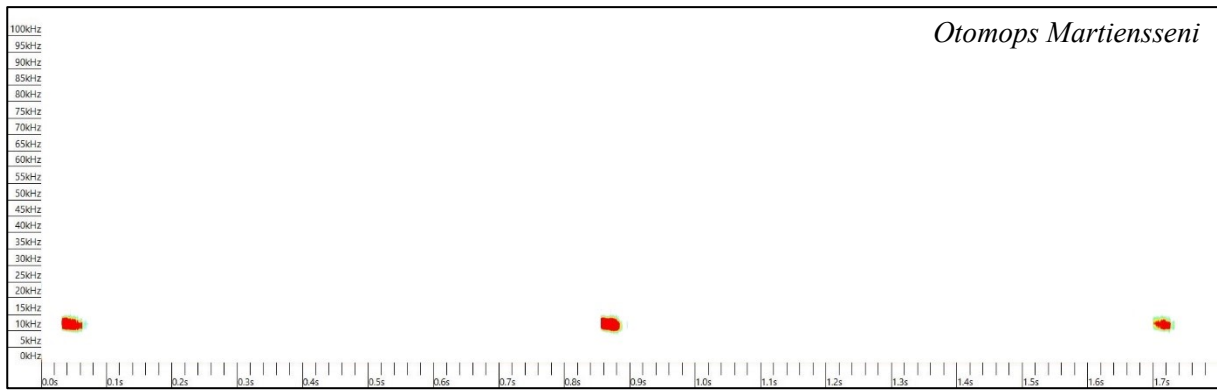


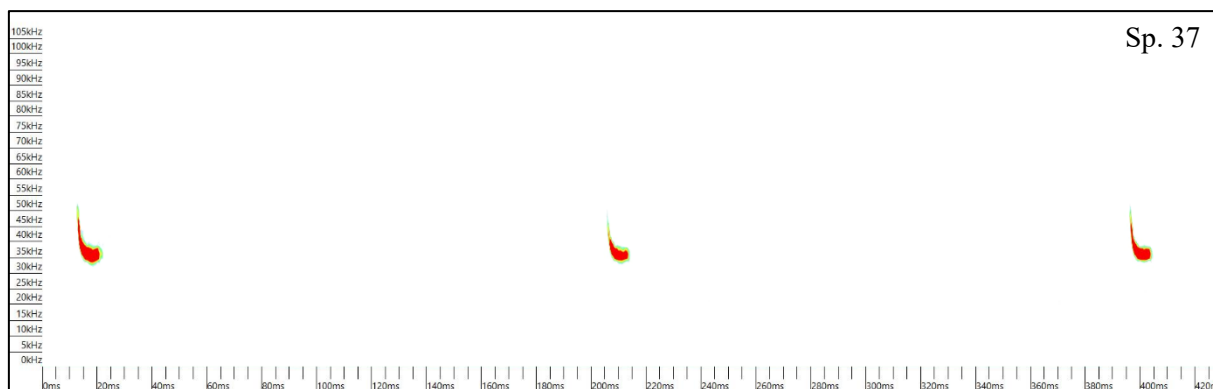












Obrázek 6055: Sonografy zaznamenaných parataxonů. Na ose x je znázorněn čas (ms), osa y představuje frekvenci (kHz).

8.2 Echolokační charakteristiky uvedené v literatuře

Tabulka 33: Informace o echolokačních charakteristikách druhů zaznamenaných v průběhu projektu MOSAIK. Uvedené informace pochází z dostupné literatury, která byla v průběhu kontroly a určování záznamů nejvíce využívána. N = počet jedinců; Fpeak = frekvenční oblast s maximální silou signálu; Fmax = maximální frekvence signálu; Fmin = minimální frekvence signálu; Fc = charakteristická frekvence ve vodorovné či koncové části signálu ; Fk = frekvence bodu změny sklonu signálu ze sestupného do pozvolnějšího až vodorovného typu; Dur = celková délka trvání jednoho signálu; Tc = čas od začátku signálu po Fc; Tk = čas od začátku signálu po Fk; Frekvenční rozptyl = frekvenční rozpětí signálu; Původní literatura = citace článků, se kterými využítá literatura pracovala; Poznámka = případná další informace k charakteristice signálu.

Druh	Využitá literatura	N	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)	TC (ms)	TK (ms)	rozptyl frekvence (kHz)
Molossidae											
<i>Mops condylurus</i>	Monadjem et al., 2020	10	24,7 ± 0,9					10 ± 1,6			9,2 ± 1,9
	Monadjem et al., 2020	6		37,3 ± 2,9	19,1 ± 6,4	26,5 ± 1	30,1 ± 0,9	7,0 ± 1,6	4,7 ± 0,6	2,0 ± 1	
	Brinkley, 2018	26		38,4 ± 4,9	25,4 ± 1,4	29,5 ± 3,2	32,3 ± 4,2	4,6 ± 1,2			
	Kingdon et al., 2013				21–24			5–15			1–4
<i>Chaerephon pumilus</i>	Monadjem et al., 2020	11	25,6 ± 1,5					12,4 ± 0,9			15,7 ± 2,3
	Monadjem et al., 2020	11		29,2 ± 4,7	24,6 ± 2,8	25,1 ± 3	27,7 ± 3,4	6,2 ± 2,8	7,0 ± 4,5	1,3 ± 1,3	
	Brinkley, 2018	14		26,2 ± 4,8	22,0 ± 1,4	22,9 ± 2,2	23,7 ± 3,2	7,6 ± 2,0			
	Kingdon et al., 2013			21–31	20–27			13–20			
<i>Tadarida aegyptiaca</i>	Monadjem et al., 2020	10	22,7 ± 2,2					9,6 ± 3,4			11,7 ± 6,1
	Brinkley, 2018	16		26,6 ± 3,9	21,3 ± 2,2	22,6 ± 1,3	23,5 ± 1,9	7,9 ± 3,0			
	Kingdon et al., 2013			23,2 ± 1,9	18,7 ± 1,3			7,0 ± 2,6			
<i>Chaerephon ansorgei</i>	Monadjem et al., 2020	5	17,8					15			12
	Monadjem et al., 2020	3		26,3 ± 2,1	20,9 ± 0,6	21,6 ± 0,5	23,7 ± 0,7	7,4 ± 4	4,7 ± 2,8	2,3 ± 0,8	
	Brinkley, 2018	15		22,4 ± 1,8	18,8 ± 1,0	19,4 ± 1,0	19,8 ± 1,1	6,7 ± 2,3			
	Kingdon et al., 2013	5	17,8	28	16			15			
<i>Mops midas</i>	Monadjem et al., 2020	3/2	15 ± 0,3 / 11,5 ± 0,1					16,5 ± 0,7 / 15,5 ± 1,5			4,8 ± 0,7 / 2,7 ± 0,1
	Brinkley, 2018	7		15,8 ± 2,5	13,7 ± 1,8	14,2 ± 1,9	14,4 ± 2,0	9,6 ± 2,2			
	Kingdon et al., 2013			30							
<i>Otomops Martiensseni</i>	Monadjem et al., 2020		10,8 ± 2					24 ± 14,8			6,4 ± 2,3
	Brinkley, 2018	3		10,9 ± 1,2	10,5 ± 1,1	10,6 ± 1,1	10,6 ± 1,1	10,6 ± 2,0			
	Kingdon et al., 2013		10–12	18	9			5–50			
	Adams et al., 2015		12,4 ± 0,9	13,2 ± 1,1	10,8 ± 0,7	11,7 ± 0,7		21,2 ± 3,6			2,4 ± 0,9
Emballonuridae											
<i>Taphozous mauritanus</i>	Monadjem et al., 2020	6	25,9 ± 0,9					7,4 ± 4,6			2,8 ± 0,9
	Monadjem et al., 2020	2		28,0 ± 0,7	25,3 ± 0,4	25,7 ± 0,5	27,9 ± 0,7	2,3 ± 0,2	2,1 ± 0,2	0,1 ± 0	
	Brinkley, 2018	24		33,2 ± 8,0	25,7 ± 2,2	27,9 ± 2,5	30,1 ± 3,7	3,0 ± 0,5			

	Kingdon et al., 2013	5		26–29	24–27			5–13			
Rhinolophidae											
<i>Rhinolophus capensis</i>	Monadjem et al., 2020	10	83,9 ± 0,6					41,2 ± 3,2			
	Brinkley, 2018	4		84,5 ± 1,0	76,2 ± 2,1	83,9 ± 0,7	83,7 ± 1,0	25,9 ± 15,8			
	Kingdon et al., 2013		85–90								
<i>Rhinolophus landeri</i>	Monadjem et al., 2020	2	107,3 ± 2					40 ± 14,5			
	Kingdon et al., 2013		110								
<i>Rhinolophus fumigatus</i>	Monadjem et al., 2020	2	53,7 ± 1					40,3 ± 6,2			
	Brinkley, 2018	83		55,8 ± 0,9	50,2 ± 2,6	54,7 ± 0,6	54,7 ± 0,7	25,4 ± 8,6			
	Kingdon et al., 2013		55								
<i>Rhinolophus simulator</i>	Monadjem et al., 2020	10	80,1 ± 1,2					31,3 ± 7,5			
	Monadjem et al., 2020	6		84,1 ± 0,3	41,7 ± 22,2	83,9 ± 0,7	83,8 ± 0,6	22,5 ± 3,6	17,2 ± 5,5	1,2 ± 0,5	
	Brinkley, 2018	41		80,7 ± 60,4	68,4 ± 3,4	79,2 ± 3,5	79,3 ± 3,5	15,7 ± 4,6			
	Kingdon et al., 2013		82,7 ± 0,4					17,7 ± 3,9			
<i>Rhinolophus swinnyi</i>	Monadjem et al., 2020	10	106,6 ± 0,4					22,2 ± 3,3			
	Brinkley, 2018	2		101,0 ± 0,1	93,3 ± 2,5	99,6 ± 0,2	99,1 ± 0,1	15,5 ± 1,6			
	Kingdon et al., 2013		115					37–74			
Hipposideridae											
<i>Hipposideros caffer</i>	Monadjem et al., 2020	10	142,3 ± 0,6								8,4 ± 0,7
	Monadjem et al., 2020	6		143,8 ± 1,1	125,5 ± 13,2	142,6 ± 1,2	142,3 ± 1,5	4,5 ± 0,5	3,2 ± 0,3	0,9 ± 0,5	
	Brinkley, 2018	14		142,8 ± 3,1	124,6 ± 15,9	139,2 ± 3,6	141,1 ± 3,4	4,6 ± 1,3			
	Kingdon et al., 2013		138 (25n); 145 ± 0,2 (14n)								
Miniopteridae											
<i>Miniopterus natalensis</i>	Monadjem et al., 2020	10	49,7 ± 1,0					5,3 ± 0,8			34,5 ± 9,7
	Monadjem et al., 2020	7		61,6 ± 3,6	53,1 ± 0,8	53,3 ± 0,7	55,6 ± 0,5	2,3 ± 0,5	1,9 ± 0,5	0,4 ± 0,2	
	Brinkley, 2018	23		65,8 ± 8,3	50,5 ± 2,6	51,9 ± 2,9	53,8 ± 3,6	3,2 ± 0,7			
	Kingdon et al., 2013	10	49,7 (47,6–50,9)		43,9 (43–47)			5,3 (3,9–6,1)			
Vespertilionidae											
<i>Eptesicus hottentotus</i>	Monadjem et al., 2020	10	30,6 ± 1,7					5,5 ± 2,1			16,8 ± 5,5
	Brinkley, 2018	13		55,9 ± 9	30,4 ± 1,8	33,5 ± 2,5	36,9 ± 2,2	3,3 ± 0,7			
	Kingdon et al., 2013		28–32	54	20			2–4			
<i>Scotophilus dinganii</i>	Monadjem et al., 2020	10	33,6 ± 1,3					4,9 ± 0,6			16,8 ± 4,9
	Monadjem et al., 2020	11		44,2 ± 6,6	33,6 ± 2,5	34 ± 2,8	36,6 ± 2,9	3,0 ± 1,1	2,8 ± 1,1	1,2 ± 0,6	
	Brinkley, 2018	26		53,6 ± 8,1	32,3 ± 1,1	33 ± 1,2	35 ± 2,3	3,7 ± 0,9			
	Kingdon et al., 2013		28–35								
<i>Laephotis capensis</i>	Monadjem et al., 2020	10	39,4 ± 1,6					5,1 ± 1,3			14,4 ± 3
	Monadjem et al., 2020	2		52,7 ± 11,9	39,3 ± 0,7	41,7 ± 0,1	44,9 ± 4,4	1,3 ± 0,1	0,8 ± 0,4	0,2	
	Brinkley, 2018	12		53,1 ± 8,0	39,4 ± 4,9	38,7 ± 1,5	40,2 ± 2	4,1			
	Kingdon et al., 2013		38–40	65–84	35–37			3,5–8			

<i>Afronycteris nana</i>	Monadjem et al., 2020	10	69,4 ± 1,5					4,6 ± 0,9			17,8 ± 5,7
	Monadjem et al., 2020	3		86,0 ± 10,4	67,9 ± 4,3	75,3 ± 7,8	81,4 ± 14,6	1,3 ± 1,2	0,9 ± 0,8	0,2 ± 0,2	
	Brinkley, 2018	21		89,0 ± 16,9	63,9 ± 2	67,7 ± 3,4	72,8 ± 7,5	3,1 ± 0,8			
	Kingdon et al., 2013			111	59–67			2,5–6,0			
<i>Neoromicia zuluensis</i>	Monadjem et al., 2020	2	48,4 ± 1,1					2,7 ± 0,4			27 ± 17,7
	Monadjem et al., 2020	4		62,8 ± 5,4	48,8 ± 3,7	50,4 ± 3,7	54,8 ± 5,9	2,7 ± 1,2	2,4 ± 1,5	1,0 ± 0,6	
	Brinkley, 2018	27		58,2 ± 7,9	46,0 ± 1,2	46,7 ± 1,3	48,1 ± 1,4	3,7 ± 0,7			
	Kingdon et al., 2013			79	48–50			5,5			
<i>Pipistrellus hesperidus</i>	Monadjem et al., 2020	10	50,1 ± 1,5					2,5 ± 0,2			30,1 ± 6,8
	Monadjem et al., 2020	10		65,4 ± 5,7	46,9 ± 2	50,4 ± 1,9	54,8 ± 2,9	2,0 ± 0,7	2,5 ± 1,4	1,0 ± 0,5	
	Brinkley, 2018	42		63,0 ± 11,1	44,6 ± 1,6	45,3 ± 1,6	48,5 ± 2,8	3,3 ± 1			
	Kingdon et al., 2013	6	50,3 ± 0,4	65,7 ± 5,3	48,7 ± 0,4			3,5 ± 0,5			
<i>Pipistrellus rusticus</i>	Monadjem et al., 2020	10	55,7 ± 2,9					4,5 ± 2,2			15,9 ± 7,6
	Brinkley, 2018	9		70,3 ± 7	50,8 ± 2,9	51,9 ± 2,4	48,2 ± 16	2,4 ± 0,4			
	Kingdon et al., 2013	15	53 ± 1,8	77,8 ± 5,2	46,8 ± 2,4			2,8 ± 0,6			
<i>Myotis tricolor</i>	Monadjem et al., 2020	10	47,8 ± 3,1					3,3 ± 0,6			46 ± 23,9
	Monadjem et al., 2020	3		58,1 ± 5,3	38,1 ± 3,8	50,7 ± 1,1	54,3 ± 1,8	1,7 ± 1,3	0,5 ± 0,2	0,2 ± 0,3	
	Brinkley, 2018	3		60,8 ± 24,1	40,3 ± 7,5	42,7 ± 4,9	44,9 ± 7,0	2,5 ± 0,4			
	Kingdon et al., 2013			86	33			3			

8.3 Echolokační charakteristiky zaznamenaných parataxonů

Tabulka 34: Tabulka obsahuje průměry (± směrodatná odchylka výběru) echolokačních charakteristik jednotlivých parataxonů naměřené z nahrávek pořízených v průběhu výzkumu (2018–2020). N = počet změřených záznamů; Fpeak = frekvenční oblast s maximální silou signálu; Fmax = maximální frekvence signálu; Fmin = minimální frekvence signálu; Fc = charakteristická frekvence ve vodorovné či koncové části signálu; Fk = frekvence bodu změny sklonu signálu ze sestupného do pozvolnějšího až vodorovného typu; Dur = celková délka trvání jednoho signálu

Druh	n	FPEAK (kHz)	FMAX (kHz)	FMIN (kHz)	FC (kHz)	FK (kHz)	DUR (ms)	Poznámky
Molossidae								
<i>Mops condylurus</i>	22	25,3 ± 1,4	27,7 ± 3,3	24,9 ± 1,2	26,1 ± 1,6	25,3 ± 1,3	9,0 ± 2,8	
<i>Chaerephon pumilus</i>	34	24,8 ± 1,3	31,0 ± 4,6	24,1 ± 1,4	25,6 ± 1,7	24,7 ± 1,5	9,8 ± 2,4	
<i>Tadarida aegyptiaca</i>	32	22,3 ± 0,9	24,7 ± 1,7	21,7 ± 1,0	22,9 ± 0,9	22,1 ± 0,9	9,7 ± 2,5	
<i>Chaerephon ansorgei</i>	32	19,5 ± 0,9	21,7 ± 2,2	19,0 ± 1,1	19,7 ± 1,1	19,3 ± 1,1	8,5 ± 2,2	
<i>Mops midas</i>	39	15,2 ± 1,9	19,1 ± 2,7	15,7 ± 1,7	16,4 ± 1,9	16,0 ± 1,8	12,0 ± 4,0	z běžné sekvence
	29	13,3 ± 1,2	14,6 ± 1,5	12,8 ± 0,9	13,4 ± 1,1	13,1 ± 0,9	13,5 ± 4,7	dolní typ

	38	16,7 ± 1,4	21,2 ± 3,4	16,2 ± 1,7	16,8 ± 2,5	16,6 ± 1,7	12,9 ± 4,7	horní typ
<i>Otomops Martiensseni</i>	31	12,3 ± 1,0	14,6 ± 3,3	13,1 ± 2,8	13,6 ± 3,1	13,3 ± 2,9	12,5 ± 4,5	
Emballonuridae								
<i>Taphozous mauritianus</i>	32	25,5 ± 1,0	26,6 ± 1,6	25,0 ± 1,0	25,7 ± 1,3	25,2 ± 1,1	8,1 ± 2,6	
Rhinolophidae								
<i>Rhinolophus capensis</i>	15	84,4 ± 0,6	86,5 ± 0,5	74,2 ± 3,5	83,6	84,7	54,6 ± 7,0	
<i>Rhinolophus landeri</i>	16	105,0 ± 1,5	107,0 ± 1,4	85,3 ± 6,3	104,8 ± 2,5	105,3 ± 1,3	49,4 ± 12,1	
<i>Rhinolophus fumigatus</i>	1	53,6	55,2	44,6			57,0	
<i>Rhinolophus simulator</i>	2	81,125 ± 0,3	83,4 ± 0,5	78,2 ± 0,4			53,7 ± 0,9	
<i>Rhinolophus swinnyi</i>	1	101,1	29,9	26,0			9,2	
Hipposideridae								
<i>Hipposideros caffer</i>	4	143,0 ± 1,5	145,0 ± 1,7	117,1 ± 8,2			8,1 ± 0,6	
Miniopteridae								
<i>Miniopterus natalensis</i>	25	49,8 ± 1,3	58,7 ± 8,2	48,6 ± 1,9	49,9 ± 2,1	49,0 ± 1,9	4,3 ± 1,4	
Vespertilionidae								
<i>Eptesicus hottentotus</i>	58	31,5 ± 2,5	47 ± 5,0	28,7 ± 2,5	32,9 ± 2,6	30,8 ± 2,1	9,9 ± 3,0	
<i>Scotophilus dinganii</i>	32	34,7 ± 5,5	55,7 ± 9,7	32,6 ± 1,5	34,7 ± 1,9	32,8 ± 1,5	5,4 ± 1,6	
<i>Laephotis capensis</i>	32	40,0 ± 1,4	53,5 ± 7,7	38,7 ± 1,6	4,8 ± 1,9	40,5 ± 1,6	38,9 ± 1,5	
<i>Afronycteris nana</i>	32	68,8 ± 1,8	79,6 ± 10,3	66,7 ± 3,9	69,2 ± 4,3	67,2 ± 3,8	3,9 ± 0,8	
<i>Neoromicia zuluensis</i>	32	47,6 ± 1,3	58,3 ± 8,3	46,8 ± 1,3	48,4 ± 1,4	47,1 ± 1,3	4,6 ± 1,4	
<i>Pipistrellus hesperidus</i>	32	42,9 ± 1,0	62,6 ± 9,4	40,9 ± 1,7	43,4 ± 1,8	41,1 ± 1,7	3,6 ± 0,9	
<i>Pipistrellus rusticus</i>	32	53,0 ± 1,9	69,1 ± 11,3	51,6 ± 1,7	54,2 ± 2,3	51,9 ± 1,7	4,1 ± 1,0	
<i>Myotis tricolor</i>	23	42,5 ± 5,0	60,1 ± 9,5	38,3 ± 4,7	46,3 ± 9,9	41,8 ± 6,5	3,3 ± 1,0	
Další								
Sp. 45	33	45,3 ± 1,8	46,4 ± 5,6	43,7 ± 5,5	44,9 ± 5,5	44,0 ± 5,5	5,6 ± 2,3	
Sp. 20	24	22,5 ± 2,1	32,9 ± 5,1	20,7 ± 1,7	22,0 ± 2,2	21,3 ± 2,1	6,8 ± 1,9	
Sp. 37	24	36,9 ± 0,6	43,3 ± 5,2	36,1 ± 0,7	37,4 ± 1,0	36,4 ± 0,7	6,8 ± 1,2	

8.4 Koordináty sledovaných lokalit

Tabulka 35: Geografické charakteristiky jednotlivých bodů a časy sběru záznamů.

Datum - 1. sběr	Datum - 2. sběr	Územní jednotka	Kód bodu	Latituda	Longituda	Altituda	Trvalý tok	Sezonní tok
20. - 21.11.2019	17. - 18.2.2020	Letaba	let1c	-24,08569379	31,78003328	288		
20. - 21.11.2019	17. - 18.2.2020	Letaba	let1p	-24,0535624	31,72259845	269	Olifants	
20. - 21.11.2019	17. - 18.2.2020	Letaba	let1s	-24,10563044	31,66038103	249		Timbavati
1. - 2.12.2019	20. - 21.2.2020	Letaba	let2c	-23,93037133	31,60082535	301		
1. - 2.12.2019	20. - 21.2.2020	Letaba	let2p	-23,84490542	31,64151353	217	Letaba	
1. - 2.12.2019	20. - 21.2.2020	Letaba	let2s	-23,69716611	31,6177606	285		Makhadzi
25. - 26.11.2019	18. - 19.2.2020	Letaba	let3c	-23,68665993	31,54633407	297		
25. - 26.11.2019	18. - 19.2.2020	Letaba	let3p	-23,81107879	31,58094946	245	Letaba	
25. - 26.11.2019	18. - 19.2.2020	Letaba	let3s	-23,62562275	31,47053298	315		Tsendze
28. - 29.11.2019	27. - 28.2.2020	Letaba	let4c	-23,2377779	31,39505847	352		
28. - 29.11.2019	27. - 28.2.2020	Letaba	let4p	-23,15187207	31,47573795	280	Shingwedzi	
28. - 29.11.2019	27. - 28.2.2020	Letaba	let4s	-23,00838298	31,37163439	297		Nkulumbeni
27. - 28.11.2019	26. - 27.2.2020	Letaba	let5c	-23,39880179	31,53079144	364		
27. - 28.11.2019	26. - 27.2.2020	Letaba	let5p	-23,22038001	31,55201726	266	Shingwedzi	
27. - 28.11.2019	26. - 27.2.2020	Letaba	let5s	-23,29473937	31,52990171	288		Hlamvu
19. - 20.11.2019	19. - 20.2.2020	Phalaborwa	ph1c	-23,84401582	31,36515736	365		
19. - 20.11.2019	19. - 20.2.2020	Phalaborwa	ph1p	-23,75703824	31,39294351	278	Letaba	
19. - 20.11.2019	19. - 20.2.2020	Phalaborwa	ph1s	-23,81731083	31,29601106	335		Ngwenyeni
2. - 3.12.2019	21. - 22.2.2020	Phalaborwa	ph2c	-23,93050504	31,39872333	379		
2. - 3.12.2019	21. - 22.2.2020	Phalaborwa	ph2p	-23,93420905	31,49443449	327	Nhlanganini	

2. - 3.12.2019	21. - 22.2.2020	Phalaborwa	ph2s	-23,79304434	31,47948995	278		Nwanedzi
30.11. - 1.12.2019	28. - 29.2.2020	Phalaborwa	ph3c	-23,44910099	31,24691971	420		
30.11. - 1.12.2019	28. - 29.2.2020	Phalaborwa	ph3p	-23,59464519	31,25481933	362	Stapelkop	
30.11. - 1.12.2019	28. - 29.2.2020	Phalaborwa	ph3s	-23,49573677	31,32583385	352		Tsendze
26. - 27.11.2019	24. - 25.2.2020	Phalaborwa	ph4c	-23,33582934	31,32542046	426		
26. - 27.11.2019	24. - 25.2.2020	Phalaborwa	ph4p	-23,17271687	31,29989542	328	Shingwedzi	
26. - 27.11.2019	24. - 25.2.2020	Phalaborwa	ph4s	-23,23962166	31,31299544	358		Knokhodzi
29. - 30.11.2019	25. - 26.2.2020	Phalaborwa	ph5c	-22,89880414	31,28400412	357		
29. - 30.11.2019	25. - 26.2.2020	Phalaborwa	ph5p	-22,99165264	31,27064372	314	Mphongolo	
29. - 30.11.2019	25. - 26.2.2020	Phalaborwa	ph5s	-22,82739958	31,21605682	363		Shisha
9. - 10.11.2018	5. - 6.3.2019	Satara	sat1c	-24,97397619	31,92826037	281		
9. - 10.11.2018	5. - 6.3.2019	Satara	sat1p	-25,15898374	31,99826547	152	Sabie	
9. - 10.11.2018	5. - 6.3.2019	Satara	sat1s	-25,06737527	31,9732105	188		Mnondozi
12. - 13.11.2018	26. - 27.2.2019	Satara	sat2c	-24,86187261	31,89726366	407		
12. - 13.11.2018	26. - 27.2.2019	Satara	sat2p	-24,79303744	31,89938612	253	Orpen dam	
12. - 13.11.2018	26. - 27.2.2019	Satara	sat2s	-24,82077541	31,84417596	284		Silolweni
14. - 15.11.2018	2. - 3.3.2019	Satara	sat3c	-24,44576196	31,84175066	266		
14. - 15.11.2018	2. - 3.3.2019	Satara	sat3p	-24,47409375	31,97223794	187	Sweni	
14. - 15.11.2018	2. - 3.3.2019	Satara	sat3s	-24,38121923	31,88609313	228		N'wanetzi
15. - 16.11.2018	1. - 2.3.2019	Satara	sat4c	-24,5655961	31,77476043	333		
15. - 16.11.2018	1. - 2.3.2019	Satara	sat4p	-24,62056104	31,79595207	274	Kumana	
15. - 16.11.2018	1. - 2.3.2019	Satara	sat4s	-24,67881567	31,79108514	295		N'waswitsontso
10. - 11.11.2018	7. - 8.3.2019	Satara	sat5c	-25,28389556	31,92679815	242		
10. - 11.11.2018	7. - 8.3.2019	Satara	sat5p	-25,36301139	31,89183215	183	Crocodile	
10. - 11.11.2018	7. - 8.3.2019	Satara	sat5s	-25,24638451	31,84747247	219		Burhami

6. - 7.11.2018	27. - 28.2.2019	Skukuza	sk1c	-25,07095286	31,59926959	366		
6. - 7.11.2018	27. - 28.2.2019	Skukuza	sk1p	-24,97348051	31,66160343	265	Sabie	
6. - 7.11.2018	27. - 28.2.2019	Skukuza	sk1s	-25,02654124	31,54933994	287		N'waswitshaka
17. - 18.11.2018	24. - 25.2.2019	Skukuza	sk2c	-25,20837665	31,65246642	367		
17. - 18.11.2018	24. - 25.2.2019	Skukuza	sk2p	-25,0640991	31,8257354	200	Sabie	
17. - 18.11.2018	24. - 25.2.2019	Skukuza	sk2s	-25,11668202	31,69689585	283		N'watimhiri
7. - 8.11.2018	25. - 26.2.2019	Skukuza	sk3c	-25,3010121	31,54976818	381		
7. - 8.11.2018	25. - 26.2.2019	Skukuza	sk3p	-25,43728214	31,5286552	300	Crocodile	
7. - 8.11.2018	25. - 26.2.2019	Skukuza	sk3s	-25,26617115	31,61902192	290		Byiamiti
11. - 12.11.2018	6. - 7.3.2019	Skukuza	sk4c	-25,20729006	31,77072046	307		
11. - 12.11.2018	6. - 7.3.2019	Skukuza	sk4p	-25,33309721	31,81474411	195	Crocodile	
11. - 12.11.2018	6. - 7.3.2019	Skukuza	sk4s	-25,27064487	31,75656121	256		Bume
16. - 17.11.2018	3. - 4.3.2019	Skukuza	sk5c	-24,68196659	31,66676961	333		
16. - 17.11.2018	3. - 4.3.2019	Skukuza	sk5p	-24,60041505	31,68717727	329	N'waswitsontso	
16. - 17.11.2018	3. - 4.3.2019	Skukuza	sk5s	-24,75710148	31,69831927	325		Ripape